
صلة العلم بالمجتمع
تأليف
ج. ج. كراوذر
ترجمة: حسن خطاب
مراجعة: د. محمد مرسى احمد
الجزء الثانى
كتاب

الألف كتاب (٢٢١ب)

صلة العلم بالمجتمع

الجزء الثانى

باشراف إدارة الثقافة العامة

بوزارة التربية والتعليم — الإقليم الجنوبى

الألف كتاب (٢٢١ ب)

صلة العلم بالمجتمع

الجزء الثانى

تأليف

ج . ج . كراودر

ترجمة

حسن خطاب

مراجعة

الدكتور محمد مرسى احمد

ملتزم الطبع والنشر
مكتبة الأنجلو المصرية
١٦٥ شارع محمد فريد - القاهرة

هذا هو الجزء الثانى من ترجمة كتاب :

The Social Relations
of Science

تأليف

J. G. Crowther

٥٧

العلم والحرية

وفجأة أمرت محكمة التفتيش فى أغسطس عام ١٦٣٢ بمصادرة جميع نسخ كتاب « مطارحة عن نظامى العالم ».

ولقد ذهل جاليليو وشكا إلى دوق تسكانيا العظيم الذى بعث إلى نيكولينى سفيره فى روما ليعبر للبابا عن دهشته من ذلك الأمر ، ويقدم احتجاجه عليه . إلا أن البابا عنف نيكولينى ، وطلب إليه أن يبلغ الدوق أن البابا كان يتوقع منه العون لا إقامة العراقيل فى أمور تمس الدين .

ثم استدعى جاليليو إلى دار محكمة التفتيش للتحقيق معه . وبعد تلكؤ طويل وصل إلى روما عام ١٦٣٣ وهناك تولى نيكولينى العمل على تبرئته ، إذ كان أحد القليلين من أصدقاء جاليليو العليمين بالتيارات السياسية فى روما وكان يهمه صون سمعة مواطنه العظيم ويكره أن يراه مهاناً .

ولقد كان جاليليو فى ذلك الوقت ضعيف الجسم فى التاسعة والستين من عمره مؤمناً بأن العقل والحق فى جانبه ، كما كان حاد المزاج يصعب عليه ضبط أعصابه ونصحه نيكولينى بأن يسلم على طول الخط بكل ما يقال له وأوصاه بأن ينكر كل شيء حتى حركة الأرض إذا لزم الحال . ولقد كتب نيكولينى بعد ذلك يقول : « لقد أثرت نصيحتى هذه فيه تأثيراً بالغاً ، وأصبح منذ البارحة فى حالة شديدة من الإعياء أخشى معها على حياته » .

وظهر لمحكمة التفتيش أن عدد المفكرين الأحرار فى فلورنسا قد زاد زيادة مفزعة ، وإلى جانب موقف فلورنسا هذا فى معارضة سياسة روما ، شعر البابا أنه أهين شخصياً لما علم أن أقواله قد ساقها جاليليو على لسان سمبليسيو المهرج الأرسطاليسى فى كتاب « المطارحة » ، كما كان البابا مقتنعاً بفساد آراء جاليليو ، وبأنه من غير شك كان مؤمناً برأيه .

واصل نيكولينى توسلاته لصالح جاليليو إلا أن البابا قال له إن واجبه يحتم عليه القيام بكل ما يلزم لنصرة الدين المسيحى .

ولقد عاملت محكمة التفتيش جاليليو باحترام لا مثيل له فى تاريخها ؛ إذ سمحت له فى بادئ الأمر بالإقامة مع نيكولينى بدلا من أن تلقى به فى غياهب السجون كما فعلت مع من سبقه من المتهمين من الأمراء والنبلاء والأساقفة .

وحتى لما جىء به إلى المحكمة لاستجوابه لم يوضع فى السجن وإنما هيئ له مسكن مع الموظفين ، غير أن عزله عن أصدقائه ضايقه كثيراً وأشقاه .

وكانت لجنة الكرادلة التى تولت التحقيق معه تعطف عليه بشكل ظاهر وشفعت له عند البابا ليفرج عنه . ولقد وافق البابا على إطلاق سراحه مؤقتاً ، وسمح له بالعودة إلى الإقامة مع نيكولينى .

ولما حقق مع جاليليو للمرة الثالثة ظهر أنه أساء فهم التحذير الذى وجه إليه عام ١٦١٦ وأنه لم يدرك أنه كان يحد من حريته فى الكتابة وأنه تعدى حده .

وكان يعتقد أنه سيطلق سراحه عما قريب . ولكن وجد نفسه الآن متهماً اتهاما شديداً بالإلحاد مهدداً بالتعذيب . وسواء أقصد تنفيذ هذا الوعيد أم لم يقصد فإنه كان يتوقعه لأنه أجاب :

« إنى بين أيديكم فافعلوا بى ما تشاءون » ويقول محضر التحقيق « وحيث أنه لا يمكن أخذ أقوال منه أكثر من ذلك فقد أعيد إلى السجن » .

ولما أمر بالإقلاع عن البدع والضلالات التى يقولها ، فعل ما أمر به . وحكم عليه بالسجن إلى أن تشاء محكمة التفتيش .

ولم يصدق البابا رسمياً على أى وثيقة من الوثائق الخاصة بمحاكمة جاليليو . وما الأمر الصادر عام ١٦١٦ بالحد من حريته فى الكتابة والحكم بسجنه عام ١٦٢٣ إلا من عمل جماعة من الكرادلة .

وبعد إدانته أحرق أصدقاؤه كل ما أمكن العثور عليه من أوراقه الخاصة ،

وكان تحت رقابة الجواسيس ليلا ونهاراً . ولما استدعى لأول مرة إلى روما فترت همته فى البحث وكتب أنه يمقت تذكر ما أنفقه من عمره فى الدرس . وقال بعد المحاكمة إنه فقد كل رغبة فى البحث « لقد ذهب كلية ما كنت أشعر به من نشوة عند قيامى بمشاهدة الظواهر الجديدة .

وفى عام ١٦٣٦ كتب إلى بيريسك سفير فرنسا فى روما وكان قد حاول مساعدته « إنى ياسيدى لا أرجو تخفيف العقوبة لأنى لم أرتكب جرماً ولو كنت قد أخطأت لرجوت الصفح والمغفرة لأن المخالفات التى يرتكبها أحد أفراد الرعية هى الوسيلة التى تهيء المناسبات للأمراء لإظهار رحمتهم وتسامحهم . ولكن إذا ما أدين إنسان ما بخطأ وحكم عليه بالعقاب فإنه يتحتم على قضاته أن يزيدوا من شدة قسوتهم ليستروا سوء تطبيقهم للقانون » .

ونظراً لما اعتاده طوال حياته من الدرس فقد واصل البحث ولكن بفتور . وفى سنة ١٦٣٦ أتم معظم مؤلفاته « مطارحات عن علمين جديدين » ونشره فى عام ١٦٣٨ . واكتشف اختلاف أوجه القمر عام ١٦٣٧ قبل أن يصيبه العمى وكتب فى ذلك « لقد شاهدت منظراً من أعجب المناظر على سطح القمر . ولقد رأى القمر ملايين من الناس ملايين المرات ، ولكنى لا أجد أحداً منهم لاحظ أقل تغير على سطحه ، بل كانوا يظنون أنه يطل علينا دائماً بوجه واحد لا يتغير . غير أنى أجد الآن أن هذا غير صحيح ، إنه يغير وجهه ؛ فتارة يطلع علينا بوجه مستدير ، وتارة بالجانب الأيمن منه ، وتارة بالجانب الأيسر ، وأحياناً يرفعه ثم يخفضه ، وأخيراً يميله أولا نحو اليمين ثم نحو الشمال » .

ولاحظ أن هذه الاختلافات تحدث يومياً وشهرياً وسنوياً .

لاحظ ملتون حالة جاليليو فى ذلك الوقت لما زاره حوالى عام ١٦٣٨ ، وأشار إلى هذا فى رسالته عن حرية الصحافة بما يأتى « فى وسعى أن أقص شيئاً عما رأيته وسمعته فى البلاد الأخرى حيث عسف محاكم التفتيش . لقد جالست

بعض العلماء هناك وكانوا يعتبرونني سعيداً لأني أعيش في انجلترا ذلك البلد الذي يعدونه موطن الفلاسفة الأحرار ، بينما هم لا عمل لهم إلا النواح على الحالة الذليلة التي وصل إليها العلم بينهم . وهذا مما ثبط همة العلماء الإيطاليين وأدى إلى عدم إنتاج شيء في هذه السنين الكثيرة غير الملق والمداهنة . ولقد وجدت هناك جاليليو العظيم وزرته ورأيته كهلا سجين محاكم التفتيش ، لأنه يخالف فكرياً ما يقوله رجال الكنيسة في المسائل الفلكية » .

وكان جاليليو لا يزال يساوم الدول ليبيعها اختراعه لتعيين خطوط الطول في البحار بواسطة توابع المشترى .

ويلفت برنال نظرنا إلى مظهر طريف من مظاهر تلك المساومة . ففي عام ١٦١٦ عرض اختراعه على ملك إسبانيا على أن ينقده ثمن سفينة كبيرة ومبلغاً كبيراً م المال ذاكراً أنه لا يملك ثغوراً ولا جزراً ولا أقاليم ولا ممالك ليستفيد من الاختراع . ولا يمكن أن ينتفع به إلا ملك عظيم . وليس بين ملوك العالم من يصلح له أكثر من ملك اسبانيا ، إلا أن عرضه رفض . وفي عام ١٦٣٧ عرضه على مجلس الطبقات في هولندا قائلا « إنه يفضل عرضه على هؤلاء الرجال العظام عن عرضه على حاكم مطلق قد لا يفهمه وحده . وعند ذلك فليعتمد على نصيحة الغير ، وقد لا يكونون على درجة كبيرة من الذكاء فلا يستطيعون فهم الموضوع ويرفضون العرض . أما في الجمهورية حيث تتوقف القرارات على أغلبية الأصوات فقد يشجع عدد قليل من الأعضاء ، بل حاكم واحد من الحكام الأقوياء الملمين إلى حد ما بالموضوع المعروض على المجلس ، الأعضاء الآخرين على الموافقة » . إلا أن المجلس لم يوافق على قبول العرض . والواقع أنه لم يكن من السهل العمل بالاختراع كما كان يظن جاليليو .

أصبح جاليليو في عام ١٥٩١ رب أسرته ، وكان ابنه وأخوه من الفجرة المبذرين ، وكان عليه أن يدفع صداق أخته . ومع أنه لم يتزوج فقد كان له ابن وابنتان من امرأة من الطبقة الدنيا من أهل البندقية ، ولقد حصل على إذن خاص من الكنيسة

بوضع ابنتيه فى دير قبل بلوغهما السادسة عشرة من عمرهما ، وأقنع دوق تسكانيا بالموافقة على اعتبار ابنه شرعياً .

ومع أن جاليليو كان شديد الحرص على القيام بواجباته العائلية ، إلا أنه كان عديم الدراية بالواجبات السياسية ، فلم يتكهن بأن فى مغادرته جمهورية البندقية التى تمتع بشىء من الحرية وسفره إلى وطنه — حيث الحكم المطلق وتقاضيه راتباً من غير عمل — القضاء على سعادته وكرامته .

وكانت البابوية تخشى الاعتداء على البندقية لما بينها وبين الدول البروتستانتية من ود وحب ، ولأن فى تهديدها ما قد يؤدى إلى دخول الإصلاح الدينى فى إيطاليا .

ولو كان جاليليو ملماً بالسياسة لبقى فى البندقية ولرجع إليها على الأقل فى عام ١٦١٦ عقب التحذير الأول الذى وجهته إليه محكمة التفتيش . وما كان يدرى أن المدتشيين لا يستطيعون حمايته إذا ما لجأ إليهم لارتباطهم سياسياً مع البابوية ، ولا أن النزاع بينه وبين محكمة التفتيش نزاع اجتماعى وسياسى ولا صلة له بالأمور العقلية . ولقد أدى اختلال النظام فى البابوية — وقد بلغ منتهاه بفساد بورجيا — إلى إعادة تنظيمها . وكتبت لجنة الكرادلة فى عام ١٥٣٧ تقريراً عن حالها ، وكانت طائفة الجزويت فى طريق التكوين فى ذلك الوقت . وأعيدت محاكم التفتيش عام ١٥٤٢ . وبدأت حركة التطهير فى عام ١٥٥٩ ، وكانت هذه الإجراءات هى الأسلحة التى استعملتها البابوية لمقاومة الإصلاح الدينى .

وحكم على جيوردانو برينو بالإعدام فى عام ١٦٠٠ لتأييده نظرية كوبرنكس وغيرها من « البدع » . وكان جاليليو فى ذلك الوقت ذائع الصيت . ولقد نشأ إبان حكم فرانسسكو دى مدتشى الذى ورث الدوقية عام ١٥٧٤ ، والذى أعدم مائة وثمانية وستين شخصاً فى فلورنسا فى الثمانية عشر شهراً الأولى من حكمه .

سار المجتمع الإيطالى فى طريق التدهور نتيجة لانتقال السلطة والقوة إلى عالك

المحيط الأطلسى ، وانحطت الطبقة الحاكمة فيه ، وكانت قد وصلت إلى الحكم عن طريق التجارة فى العصور الوسطى ، وأصبحت طبقة مترفة فاسدة ، وأخذت أسس نظمها الاقتصادية تنهار . ولقد ساعد ذلك الإسبانيين على العمل على مقاومة حركة الإصلاح الدينى وعلى إعادة محاكم التفتيش .

ولم يكن الإسبانيون فى حاجة إلى الحرية لأن الذهب الذى يستوردونه يجيء لهم ما يريدونه من سلطان . أما خصومهم من أهل شمال أوربا ، فلا يستطيعون الحصول عليه إلا بالكد والاختراع ، ولذلك كانوا يؤيدون الحرية التى تؤدى إلى الجد والابتكار .

ولم يدرك جاليليو الذى نشأ فى ذلك المجتمع الفاسد أن التفكير الحر الذى يلائم طينة التجار الناهضين الذين كانوا يحاربون النظم الإقطاعية منذ قرنين رغبة فى الوصول إلى الحكم — لم يعد صالحا للطبقة المترفة التى وصل إليها أبناء هؤلاء التجار الإيطاليين القدامى ، وإنما يصلح للتجار والأفراد النزاعين إلى التحرر من ربقة الجماعة من أهل شمال أوربا ، هؤلاء الذين يطمعون فى الوصول إلى مراكز السلطة والجاه ! لم يدرك جاليليو كل هذا ، ولم يدر أن العمل تحت إمرة الأمير المدتشى هو العبودية بعينها . . .

ويقول ملتون فى وصف هذه الحال :

« إذا دب الفساد فى أمة وانتشرت فيها الرذائل حتى جرتها إلى ذل الرق ، فإن الناس هناك يفضلون العبودية على الحرية . . العبودية التى تصحبها الراحة على الحرية التى يلازمها النصب » .

ولقد كان جاليليو يعتقد أن فى الإمكان فصل العلم كلية عن الدين وعن السياسة والتجارة ، ويبدو أنه كان يعتقد أن قيمة العلم الاقتصادية ، كما يعرفها ، أمر عرضى .

وتطابق آراء جاليليو آراء علماء القرون الثلاثة الماضية . . لا فى الطريقة العلمية فحسب ؛ بل فى صلة العلم بالدين والسياسة أيضاً .

ولقد وصفنا المركز الذى وصل إليه جاليليو من جراء آرائه . والعلماء بوجه عام ما زالوا يحتذون حذوه فى هذه الأيام ، ولذلك يجدون أنفسهم فى نفس المركز الذى كان هو فيه . وتعتقد الغالبية العظمى من العلماء أن ليس هناك علاقة حتمية بين العلم والدين والسياسة ، ويثقون بالحكام الذين يناصرون من أحيوا محاكم التفتيش مرة أخرى محافظة على طبقة حاكمة فى طريق الفناء ، ويأملون أن هؤلاء الذين أحيوا أساليب القمع لهذا الغرض قد يقتنعون فى نهاية الأمر بأهمية عمل العلماء ويتركونهم يواصلون بحوثهم فى هدوء وسكينة .

ولقد كان هؤلاء الذين أحيوا محاكم التفتيش كالبابا فى عصر جاليليو أكثر إلماما بالسياسة من غيرهم ، وكانوا يدركون أن العمل على الاحتفاظ بالسلطة إبان الأزمات أهم بكثير من العمل على غرس الحرية الفكرية .

وكذلك كانت الطبقة التقدمية فى غرب أوربا فى عصر جاليليو تعرف تماما أن استخدام القوة أمر لابد منه لتحافظ على سلطانها ولتمد نفوذها . ومن أجل ذلك حارب أتباع الملكة العصابات على هيئة قطاع طرق . وكان أصدقاء ملتون يعرفون كذلك كيف يستخدمون القوة لمواصلة التقدم .

ويتوقف خطر محكمة التفتيش وقيمتها على ما إذا كانت تستخدم لصالح طبقة حاكمة رجعية أو تقدمية .

ولقد حد كرومويل بديكتاتوريته من سلطان الطبقة الأرستقراطية القديمة صاحبة الأملاك لكى ينفرد بالسلطة المطلقة فى الأمور الدنيوية والدينية وقيد الحرية ليحرر طبقة حاكمة جديدة لأنها كانت ناشئة وفى حاجة إلى الحرية وبخاصة حرية الفكر. ولما تقلدت هذه الطبقة زمام الحكم رفعت من شأن الحرية لدرجة لم يشهدها العالم من قبل . وتتناقص الحرية الآن بانحطاط هذه الطبقة ولن تتزايد إلا بعد أن تتوطد سلطة الطبقة التقدمية التى تخلفها . ومن الأهمية بمكان أن نميز بين استخدام القوة للإبقاء على طبقة فى طريق الفناء وبين استخدامها لصالح طبقة ناشئة ناهضة.

إن عدم القدرة على هذا التمييز ليوغر صدور الذين يستعملون القوة للسير فى طريق التقدم . ولعل أجل خدمة يمكن تأديتها للعلم إبان الأزمات مساعدة الطبقة الناهضة فى كفاحها من أجل السلطة التى تتهيأ لها دون عناء كبير وبأسرع ما يمكن ، كما أن عرقلة جهود الطبقة الناهضة فى سبيل الوصول إلى الحكم يضطرها إلى استخدام وسائل العنف والإرهاب ، وقد تصل هذه الوسائل فى شدتها إلى درجة تدعو حتى أنصارها إلى السخط والاحتجاج كما فعل ملتون .

ولقد كان احتجاج ملتون صحيحاً ولكن عزم الكرموبليين على إحراز النصر أكثر صحة حتى ولو اضطروا إلى استخدام وسائل الإرهاب .

وليس للحرية فى ذاتها معنى كبير ، وهى لا توجد فى الغالب إلا حيث تكون فى صالح طبقة اجتماعية قوية . ويقول بيرين إن الحرية هى الشعار الذى ناضل تحت لوائه طبقات التجار والصناع ابتغاء الوصول إلى الحكم والحرية مفيدة لطبقة ناهضة لأنها تمثل بعض الحقائق ، ومعرفة هذه الحقائق يقوى قضيتها . ومن الملائم فى فترات التقدم فصل فكرة الحرية عن الظروف الاجتماعية السائدة والعمل على غرسها كعامل مستقل من عوامل الخير . ولكن لا يجوز هذا الاختصار فى تعريف الحرية إلا فى الظروف التى يسير فيها المجتمع نحو التقدم . وقد تكون الدعوة إلى زيادة الحريه . ضارة بعد انتهاء الإصلاح . وانتشرت الحرية لما فيها من خير فى الجمهورية الألمانية فى وقت فسد فيه النظام الاجتماعى فساعدت العلم على التقدم إلى حين ، ولكنها فى الوقت نفسه مكنت أبطال النظام الفاسد من القبض على زمام السلطة السياسية .

ولقد كان ضرر الحرية بوجه عام أكثر من نفعها فى الجمهورية الألمانية نظراً للظروف الاجتماعية التى سادت فى وقتها . وكانت الحرية مفيدة فى إيونيا بعد تحررها من نفوذ البابليين والمصريين الدينى ، وكانت مفيدة كذلك فى ممالك المحيط الأطلسى بعد الحد من سطوة ملاك الأراضى . والحرية والقمع أساليب اجتماعية من صنف واحد ولكن يسير كل منهما فى طريق مضاد للآخر ، وقد يبرر استخدام الحرية فى بعض الأحايين كما يبرر استخدام القمع فى أحايين أخرى . وقد يفيد الجمع

بينهما كما حدث فى أيام كروموبل . والحرية مفيدة للعلم عندما تهيأ الفرصة لطبقة ناشئة ، والقمع مفيد للعلم عندما يحمى طبقة ناشئة . والحرية ضارة بالعلم عندما تساعد العناصر الرجعية على الوصول إلى الحكم ، والقمع ضار بالعلم عندما يعمل على المحافظة على سلطان طبقة فى طريق الانحطاط . ويتوقف تعريف الطبقة التقدمية على تفهم الأحوال والآراء السياسية . وعلى رجل العلم الذى يريد التمتع بالحرية أن يكون قادرا على الانضمام إلى الجانب التقدمى . ولهذا السبب يتحتم على رجال العلم دراسة السياسة .

وحياة جاليليو دليل من عهد المدنية الإغريقيــة والرومانيـة على ما يصيب العلماء إذا ما تجاهلوا السياسة ، لأن نزاعه مع الكنيسة لم يكن فى جوهره إلا عملا سياسيا . وكان يعتمد فى الإقناع العقلى على قدرته الشخصية وفى حمايته سياسيا على دول رجعية بدلا من دول تقدمية مستعدة للدفاع عنه والقتال من أجله إذا اقتضى الأمر .

٥٨

الحرية لزيادة المهارة

كان الإسبانيون يظنون أن ذهب أمريكا سيضمن لهم الغلبة على العالم بعد أن تم لهم حكم إيطاليا والنمسا والأراضى المنخفضة وكانت الدنيا الجديدة ملكا لهم .

وكانت إنجلترا فى حالة سيئة بنظمها المتأخرة وسكانها القليلين الذين كانوا يبلغون ستة ملايين نسمة . فرسمت الملكة إليزابث مع سسل وغيره من المسئولين من رجال الحكومة الخطط للنهوض بها . ولم يكن فى استطاعة الصناعة والتجارة فيها تهيئة المواد اللازمة للأعمال الحربية الجديدة . وذلك لأن ملح البارود والكبريت والمعادن كانت تأتى من الموانئ الكاثوليكية الخاضعة للنفوذ الإسبانى ، ولم يكن من السهل بيعها للبروتستانتيين .

وكان التعدين متأخرا فى انجلترا ، وكان يتعذر الحصول على الحديد والنحاس من الخارج . وكان الشب — وهو من المواد التى لا غنى عنها فى صناعة المنسوجات — يأتى من إشيا التى يمتلكها البابا .

ولقد كانت الخطة التى اتبعتها إليزابث وحكومتها للنهوض بإنجلترا تشبه خطط حكومة الاتحاد السوفييتى فى الأزمنة الحديثة ، إذ أقاما الصناعات لإنتاج الذخيرة واستخراج المعادن وسبك النحاس وصنع الأسلاك ، واستخدما أصحاب رءوس الأموال فى أجزبرج كمستشارين فنيين للإشراف على تلك المنشئات .

ويقول كننجهام « كان المهندسون الألمان فى غاية المهارة وأدخلوا طرقهم فى رفع المياه من باطن الأرض مما مكن من استخراج المعادن من مناجم لم يحاول أحد استغلالها من قبل » .

وبدأ العمل فى مناجم النحاس فى كسوك وفى مناجم الرصاص فى كولبك عام ١٥٤٦ على يد عمال ألمانيين . إلا أن الأموال اللازمة لذلك جمعت كلها من الإنجليز داخل بلادهم ولم يقترض أى مبلغ من الخارج .

وشجعت الحكومة الزراعة لأغراض حربية بحيث تستطيع البلاد إعداد جنود أقوياء وتوفير الغذاء لهم ، كما شجعت مصايد الأسماك بإرغام السكان على أكل السمك ثلاثة أيام أسبوعيا ، وذلك لكى تستطيع الحصول على عـــدد كبير من مهرة البحارة لإدارة السفن الحربية .

ثم إنها شجعت أصحاب رءوس الأموال بمنحهم احتكار صناعات الزجاج والورق والنشا والصابون .

وفى الوقت الذى كانت فيه الحكومة تمنع رءوس الأموال الأجنبية من دخول إنجلترا ، كانت تشجع مهرة الصناع الأجانب على الإقامة فيها .

ولم يكن تشجيع الحرية لما تنطوى عليه من معانى الخير ، بل لأنها وسيلة لزيادة الثروة الأهلية من المهارة الصناعية . ولقد جذبت إنجلترا بذلك الكثيرين من مهرة الصناع والعمال المضطهدين فى الأراضى المنخفضة واليونان وإيطاليا وإسبانيا . وفى الحق كانت إنجلترا فى عهد إليزابث بسكانها الملايين الستة تستوعب من اللاجئين عدداً أكبر مما تستوعبه فى العصر الحاضر وسكانها خمسة وأربعون مليونا . وكان الإنجليز يكرهون هؤلاء اللاجئين ، إلا أن الحكومة أرغمتهم على الاندماج فيهم لأن وجودهم كان نافعا للطبقة الحاكمة .

ونتيجة لهذه السياسة نهضت الصناعة وانتعش الشعب نسبيا فى نهاية حكم إليزابث ، ولكن التاج كان فقيرا نسبيا بينما كان التاج الإسبانى غنيا ، ورعاياه فى فقر ، وصناعتهم فى تأخر .

وكانت إنجلترا على عكس إسبانيا قادرة على إمداد مستعمراتها بالأطعمة والأقمشة من غير أن تخل بنظامها الاقتصادى وكان لديها من البحارة والجنود والذخيرة ما يكفى لمقاومة أى اعتداء عليها .

وسار التقدم الصناعى فى هولندا خطوات أخرى إلى الأمام ، واستمرت فى طليعة : أوربا طيلة قرن من الزمان . وكان لها من مهارة صناعها ما هيأ لها المرونة الكافية للانتفاع بالعمليات الجديدة النافعة .

وبينما كانت سياسة التاج البريطانى فى تقدم الصناعات قائمة على تشجيع الرأسماليين من الأفراد ، كان التاج الفرنسى هو الذى يقوم بإنشاء الصناعات الجديدة . ولقد أدت السياسة الإنجليزية إلى تقوية الطبقات المتوسطة وتشجيع الابتكار فيها . بينما أدت السياسة الفرنسية إلى تشابه التنظيم والتفكير فى كل البلاد الفرنسية ، مما أكسبها قوة ، ولكنها فى الوقت نفسه عطلت قدرة الأفراد على الابتكار ، كما أدت إلى حكم لويس الرابع عشر المطلق .

ولقد توحدت النظم الاقتصادية فى كل أنحاء إنجلترا ، كما توحدت كذلك فى كل فرنسا مما أدى إلى اتحاد المدن والأهالى لتكوين أمة واحدة فى كل منهما .

وأصبح التاريخ عبارة عن الأعمال الاقتصادية والسياسية للأمم ، وأصبحت الكلمة العليا للحكومة فى السياسة ، كما أصبح للرأسماليين الكلمة العليا فى التجارة .

وبتغير النظم الاقتصادية تغيرت آفاق تفكير البورجوازيين . ويقول بيرين « إن البورجوازى فى العصور الوسطى كان يفضل غيره بحكم القانون ، وكانت المدينة مركز حياته . بينما البورجوازى فى العصر الحاضر يفضل غيره بفضل مركزه الاقتصادى . وما المدينة إلا محل إقامته ومركز عمله، بينما مصالحه منتشرة فى كل أنحاء العالم » .

وهذا هو السبب الأكبر فى الشكوى من طبيعة الحياة فى المدن الحديثة .

٥٩

السيطرة على كل ما يمكن من الاشياء

ولقد نتج عن اتساع نطاق التجارة واكتشاف الدنيا الجديدة زيادة سريعة فى الثروة والإمكانيات وانتشار شيء من التفاؤل . وكان أكثر الناس تفاؤلا هم تلك الطبقات التى كانت أكثر استفادة من غيرها من تلك التطورات . ولقد عبر عن آمالهم كثير من الكتاب ، فنشر جورج لست عام ١٥٧٨ — وكان ضابطاً بحرياً لمارتن فروبشر فى رحلتين من رحلاته — كتابه « حديث حق عن الرحلات الأخيرة الاستكشافية » وفيه يشيد بفضل المخترعات التى سهلت القيام بتلك الأعمال المجيدة ويتنبأ بزيادة سيطرة الإنســان على العالم نتيجة لاطراد زيادة المخترعات الاكتشافات . ويقول « إن الأقاليم الاستوائية والمتجمدة الشمالية ليست غير صالحة لسكن الإنسان ، وإنها قد تصبح مجالا جديداً لنشاطه » . ويعتقد أن عصره هو الوحيد الذى يمكن أن يطلق عليه بحق عصر الحرية والتقدم نظراً لازدهار العلوم والفنون كثيراً ، وبخاصة فى تلك الأيام الأخيرة بسبب المران المستمر وجهود العلماء ، مما زاد العالم بهجة وثراء . وضرب مثلا بالطباعة والبوصلة والملاحة التى غيرت من معلومات الإنسان . وكان يعتقد أن فى الإمكان اختراع غيرها مما يماثلها قوة ونفعاً .

وكان فرنسس باكون أشهر من وضح هذا التفاؤل الجديد بإمكانيات الفنون . وهو مولود فى عام ١٥٦١ وكان والده من عظماء الحكام فى عصر الملكة إليزابث. وتعلم هو وأخوه أنتونى ليكونا من رجال القانون . وعمل أنتونى باكون على مساعدة ريتشارد بويل فى جمع الثروة التى انتفع بها فيما بعد ابنه روبرت بويل فى

بحوثه العلمية وسخرها لخدمة العلم. ولقد كان لورد بيرلى ـ أحد أقرباء باكون ـ حجر عثرة فى سبيل تقدمة ؛ فقد أراد أن يرقى ابنه روبرت سسل . وكان باكون يشعر بما عنده من مواهب نادرة مما زاد من طموحه . وبعد موت إليزابث رقى باكون نتيجة لتزلفه لدوق بكنجهام صاحب الحظوة لدى الملك جيمس الأول فعين وزيراً للقصر فى عام ١٦١٨ . ولقد كان الملك جيمس الأول يتجنب دعوة البرلمان منذ عام ١٦١٤، إلا أنه لم يستطع ذلك عام ١٦٢١، إذ هاجم البرلمانيون الساخطون الملك بطريقة غير مباشرة بأن فضحوا مافى تصرفات باكون وزيره من عيوب وفساد واتهموه بالرشوة فأقيل . وليس من الهين جلاء هذه المسألة ؛ فقد كان باكون يؤمن بالدكتاتورية لصالح الطبقات الفقيرة بينما كان كوك زعيم المعارضين وكبير البورجوازيين يؤمن بحكومة يسيطر عليها التجار وكبار ملاك الأراضى . ولم يكن باكون يعنى بالأمور المالية ، ولكنه كان يعنى بالأمور السياسية الهامة . أما كوك فقد كان حريصاً فى الأمور المالية ولكنه كان سطحى العقل .

وكان باكون لايبالى بالمسائل الخلقية الشخصية ، ولم يصفه بوب وصفاً سديداً حين قال : إنه أحكم الناس وأزكاهم ، إلا إنه أحطهم ، وكانت صفات معارضيه تختلف عن ذلك كثيراً ولكنها كانت كذلك غير مرضية .

أملى باكون فى عام ١٦٠٣، وهو العام الذى توفيت فيه إليزابث رسالة « تفسير الطبيعة » والمخطوط وما فيه من تصحيحات بخطه الصغير الواضح محفوظ بمكتبة المتحف البريطانى وهو يحوى أهم الآراء التى ذكرها فيما بعد فى كتابته وفيه يقول . إن عصره يمتاز بفتح العالم عن طريق الملاحة والتجارة وزيادة الاكتشافات العلمية . ويعتقد أن هذه الفنون قضت على ضيق عقلية الإنسان البدائى الذى لم يغادر موطنه ويقرر فى كتابه « النظام الجديد » حاجة الإنسان للسيطرة على الطبيعة : « حتى ولو كان نسيم الأمل الذى يهب علينا من القارة الجديدة أصعب مما هو ، ويصعب الإحساس به ، فإن علينا (إذا لم نكن حائرى العزيمة) أن نقوم بهذه المحاولة بأى وسيلة » ويقول : إن مالدينا من الأمل يكفى ويزيد لكيلا يدفع الإنسان الجرىء

إلى القيام بها فحسب بل وليجعل الإنسان المتزن العقل الحكيم يعتقد أنه فى الإمكان السيطرة على الطبيعة » . ولقد فكر فيما يمكن أن يوحى به هذا الأمل فقال فى كتابه تفسير الطبيعة :« إنى أقول بكل صراحة ووضوح إنه سيؤدى إلى اكتشاف كل العمليات وإمكانيات العمليات أمن العمليات التى تقضى على الموت–إذا كان ذلك ممكناً – إلى أتفه العمليات الآلية» . ويقول فى كتابه الأطلانطس الجديد :« إن ما نصبوا إليه لهو معرفة أسباب حدوث الأشياء وحركاتها الخفية وتوسيع حدود الإمبراطورية الإنسانية للسيطرة على كل ما يمكن من الأشياء » .

سلك باكون مسلك المحامين فى الدفاع عن هذا المنهج فسعى إلى تبريره بالاتجاه إلى معتقدات القراء بقوله إنه مذكور فى التنبؤات الواردة فى الإنجيل ويمكن استنتاجه بطريقة مقنعة من تعاليم الدين المسيحى. وإن نبوءة دانيال من أن الكثيرين سيروحون ويغدون، وسيزداد العلم، تشير الى عصره. إلا أن الإنسان يستطيع من تلك النبوءة أن يصل إلى نتيجة تخالف ذلك تماماً . فهل لاحظ دانيال فى تجاربه البابلية أن العلم وليد التجارة والملاحة ؟ وهل كانت العوامل التى خلقت العلم فى بابل تماثل تلك العوامل التى خلقته فى القرن السادس عشر ؟ .

وكان باكون يعتقد أنه مهما كانت نبوءة دانيال فإن على الدين أن يحمى كل زيادة فى المعرفة بالطبيعة . لأن زيادة العلم تؤدى إلى زيادة تمجيد الله ، ولأنها « عون فذ وواق من الكفر والخطأ » وإن لدراسة الآثار القديمة والسلالات البشرية فيما قبل التاريخ قيمة عظيمة فى هذا الموضوع إذ أنها تهيء خير مايدعو للتفاؤل بمستقبل الإنسانية، ويظهر أن الإنسان نجا من أخطار أعظم بكثير مما يبتلى به المجتمع الحديث . ويحق للإنسان أن يأمل أن أسوأ المشكلات الحديثة ستحل بسهولة أكثر من كثير من المشاكل التى نجح الإنسان فى حلها فى عصور ما قبل التاريخ .

ولما كان الله أودع العالم فى قلب الإنسان فإن الإنسان خلق معداً لهذه الرسالة وإذا كان الله منح الإنسان العقل فمن الواجب عليه أن يستخدمه فيما وضع له أى لصالح الإنسان والمجتمع الإنسانى وسعادتهما » .

ولذلك يقول : « ليست الأهداف الحقة للمعرفة ، الاستمتاع بلذة البحث

والاستقصاء أو إنهاض الهمة وغلبة العقل أو القدرة على الخطابة أو الحصول على عمل أو الطموح للمجد والشهرة . وبعض هذه الغايات أفضل من البعض الآخر ولكنها كلها أقل قيمة من الغاية الحقيقية التى هى إعادة الإنسان إلى ما كان عليه قبل هبوطه من الجنة فيجب استخدام العلوم والفنون ليستعيد الإنسان الحالة التى كان عليها آدم وقد خلقه الله سيد العالم . وكان باكون يؤمن بقدرة العلوم والفنون إلى حد جعله يأمل أنها ستظهر الوسيلة التى بها تصبح الحياة أبدية . ومن أجل ذلك فإن مجرد حب الاستطلاع باعث تافه للوصول إلى العلم.ولذلك فالمعرفة التى لا تؤدى إلا إلى مجرد إشباع الرغبة ليست إلا كالمرآة الساقطة التى يلهو بها الإنسان ولا يريد منها ثمرة ولا ذرية ». وما المعرفة التى « تؤدى إلى الفائدة والمجد الشخصى إلا كالكرة الذهبية التى ألقيت أمام أطلنطا لتعوقها عن السير فى السباق ».

ومع أن الإنسان لم يستطع التخلص من الموت وضرورة العمل ، فإنه يستطيع أن يستخدم العلم ليستعيد الحالة التى كان عليها أولا . ولقد وضع باكون الخطة لذلك وبين طريقة تحقيقها ، وسمى تلك الخطة « البعث العظيم » أى انتشال الإنسان من وهدة السقوط إلى سيادة العالم كما هو مذكور فى قصص الإنجيل .

وكان « البعث العظيم » يتألف من ستة أجزاء تحتوى على إحصاء للعلوم وطريقة لتفسير الظواهر الطبيعية والتاريخ الطبيعى للعالم كأساس للعلم وطريقة للتحليل العقلى وعرض للفلسفة الحديثة وما ينتظر من الفلسفة . ولقد أتم باكون الجزء الثانى تحت عنوان « النظام الجديد » وكتب مذكرات لبعض الأجزاء الأخرى ، ولكنه كان يقول إن إتمام الجزء السادس — وهو الجزء الذى تمهد له الأجزاء الأخرى — فوق طاقته وأبعد مما يصبو إليه ، وإنه بدأه « ليتمه من يوفق إلى ذلك ممن سيأتى بعده ».وكان يعتقد أن آراءه هذه قد تكون فوق تصور الإنسان فى تلك الأيام . « لأن الموضوع المطلوب بحثه ليس مجرد كلام منمق ، وإنما هو العمل الحقيقى للجنس البشرى ، لأن الإنسان ما هو إلا خادم للطبيعة ومفسر لها . وأن كل أعماله ومعلوماته نتيجة لمشاهدة نظامها بعينيه وبعقله . وهو لا يستطيع

عمل أى شىء أو معرفة أى شىء بغير ذلك . وكما أن سلسلة الأسباب لا يمكن بالقوة فكها أو فصم عراها ، وأن الطبيعة لا يمكن اخضاعها إلا عن طريق إطاعتها ، فإن هذين التوأمين ، العلم والقوة يجتمعان حقيقة فى فرد واحد ، وأن عدم حدوث ذلك لا يرجع إلا إلى الجهل بالأسباب » .

ومهما سمت الطريقة فلا يمكن بها وحدها تزويد العقل بالمادة اللازمة للمعرفة . وعلى الذين يبتغون الوصول إلى الحقيقة عن طريق المعرفة والكشف ولا يبتغون ذلك عن طريق الإلهام والحدس أن يرجعوا إلى تلك الحقائق ذاتها فى كل شىء . وليس فى وسع أية عبقرية أو تأمل أن يقوم مقام هذا العمل ، حتى ولو اجتمعت عقول جميع الناس فى عقل واحد .

وفى رأيه أن ديموقريتس والأيونيين كانوا أكثر إدراكا لطبيعة العالم من فيثاغورس وأفلاطون . ولاحظ أن الفلسفة التى من نوع الفلسفة الإفلاطونية تستهوى « الرغبة فى الفهم » ولكنها لا تحسن طريقة التفكير . وفى هذا النوع من الفلسفة « يثب التفكير من المدركات الحسية والجزئيات إلى فروض عامة » ويستنتج منها نتائج مختلفة . ولا شك أن هذه طريقة مختصرة ، إلا أنها عرضة للزلل لما فيها من تسرع ، ولا يمكن أن تؤدى إلى فهم الظواهر الطبيعية ، ولو أنها مفيدة فى الجدل . واقترح طريقة جديدة للاستنباط يسير فيها الإنسان من بديهية إلى أخرى حتى يصل فى النهاية إلى نتيجة عامة . وكانت هذه الطريقة تختلف عن طريقة رجال المنطق فى الاستنباط ، التى تبدأ بسرد عدة أشياء بسيطة ، وهى طريقة صبيانية سخيفة . وكانت طريقته فى الاستنباط قائمة على تحليل التجارب وتفصيلها وغربلة أجزائها للوصول إلى نتيجة لا مفر منها » .

ولما كان العلم لا يمكن أن يقوم على المدركات الحسية والمعلومات الناتجة عن الخبرة فقط لأن الحواس أحيانا لا تعطى معلومات ، أو تعطى معلومات غير صحيحة ، فقد بحث عن طريقة « تساعد الحواس » على الوصول إلى المعرفة الصحيحة . وحاول أن يحصل على ذلك بإجراء التجارب بدلا من استخدام الآلات .

والعين عرضة لأن تخدع ، والأجزاء التي تتركب منها الأشياء بعيدة عن مدى أقوى المنظارات المكبرة ، إلا أن قدرة التجارب إذا ما أجريت بمهارة لاختبار مسألة ما تفوق بكثير قدرة الحواس، حتى ولو كانت هناك آلات دقيقة لمساعدتها . ولم يقم وزناً كبيراً للإدراك الحسي المباشر وإنما كان يقول « وما وظيفة الحواس إلا الحكم على التجربة ، وإن الغرض من التجربة الحكم على الأشياء » .

ولقد كانت طريقته الاستقرائية بالإضافة إلى التجارب كافية لتفسير الطبيعة إذا لم يكن هناك نقص في العقل نفسه . ولكن الآراء الغريزية التي وصلت إلى العقل من مصادر خارجية أفسدته وجعلته عرضة للزلل أكثر بكثير من الحواس . فيجب تطهير العقل ليكون أهلا للبحث عن الحقيقة ، وذلك بدحض الآراء غير الصحيحة التي وصلته من الفلسفات القديمة ، وتحسين الطريقة المنطقية ، والإفادة من الآراء الغريزية التي لا يمكن التخلص منها . « ومتى تم ذلك فقد يثبت إلى الأبد الارتباط الحقيقي بين العقل والخبرة . وطريقته ليست رأيا يعتنق وإنما هي عمل يعمل» . وكان يهدف إلى اختراع الطريقة الفنية للاستقراء لا للجدل . ولم يحاول استنتاج طبيعة الأشياء من مبادئ مقررة وإنما حاول الكشف عن مبادىء عامة من دراسة الأشياء فهذه الطريقة تمكن الإنسان من السيطرة العقلية على الطبيعة « لأن البديهيات أو القوانين العلمية إذا ما اكتشفت بطريقة صحيحة فإنها لا تؤدى إلى نتائج متناثرة بل إلى نتائج كثيرة مجتمعة » .

ولقد اهتدى باكون في بحثه بما حدث من تطور في الآلات ، وكان قد لاحظ من قبل أن في الفنون الآلية بعض الحياة فهي في تقدم مضطرد نحو الكمال . بينما الفلسفة على النقيض من ذلك ثابتة في مكانها كالتمثال يعبدها الناس ، ولكنها لا تكاد تخطو خطوة إلى الأمام . وكان يريد أن يكون للعمليات العقلية صفة النمو كالعمليات الفنية . وكان يعتقد أن ذلك من الممكن إذا ما زود العقل بالأدوات الصالحة التي تمكنه من أداء عمله ، كما تساعد العدد الصانع في عمله . وكان يريد أن تبذل الجهود

من جديد لفهم الأشياء ، وأن يزود العقل بالطريقة التي تمكنه من السير إلى الأمام «كما لو كان مزوداً بالآلات» . وكانت طريقته الفلسفية تشبه الآلة . فكما أن الآلة تعين العامل المتوسط المواهب على حسن القيام بالعمل ، فإن طريقته الفلسفية أو الآلة تمكن الناس المتوسطي الذكاء من عمل إضافات نافعة للعلم . وأما ما قام به من عمل فهو وليد عصره «أكثر مما هو ثمرة الذكاء» وما هو إلا مرشد يهدى إلى الطريق وليس بحجة كبيرة ، وتعتمد على الحظ «أكثر من قدرته ونبوغه» ولقد تصادف أنه ظهر فى فترة هامة فى تاريخ العلم ، فى زمن يحتاج فيه تقدم العلم إلى من يدبر خطة سيره . وستظهر الأيام أن من اتبعه فى استخدام طريقته التى هى ليست عبارة عن استخلاص تجارب من تجارب ، وإنما عبارة عن استخراج أسباب وبديهيات من العمليات والتجارب ، ثم استخراج عمليات وتجارب جديدة من تلك الأسباب والبديهيات...كان قادراً على اكتشاف مخترعات فنيه هامة كالدنيا الجديدة» . وسيبدو العلم فى صورته الحاضرة فى حالة سيئة من التأخر أمام المخترعات الجديدة كما بدا سكان الدنيا الجديدة أمام سكان الدنيا القديمة .

ولقد كان يود أن تكون «العلوم والفنون كالمناجم تسمع فى كل جوانبها جلبة الآلات الحديثة والتحسينات الكثيرة» . وإن الإنسان ليدهش إذا ما دخل داراً للكتب بعد زيارته لمصنع ما من قلة الموضوعات وتفاهتها التى ما زالت مسيطرة على العقول «إذا ما قارنتها بما تنتجه المصانع من منتجات جميلة متنوعة ، ولذلك يجب إدخال الوسائل المستخدمة فى المصانع والمناجم فى العمليات العقلية .

إلا أن هناك عوامل أخرى ضرورية لتقدم العلم ، «فالجهود التى تبذل فى هذا السبيل لاتجد من يكافئها» . لأن الذين نهضوا بالعلم كانوا عباقرة بينما كانت المكافآت فى يد الشعب والأثرياء فيه ، وكانوا عادة غير متعلمين ولا يستطيعون فهم أعمالهم الجيدة «ولهذا السبب نفسه لم ينل العلماء حتى مجرد الإعجاب بعلمهم . وليس من الغريب أن نرى أن العمل الذى لا يلقى تكريماً لا يلقى إقبالا» .

ولكنه كان يعتبران أكبر عقبة فى سبيل تقدم العلم ميل الإنسان إلى اليأس واعتقاده فى استحالة بعض الأشياء .

ولقد أدلى باكون بإيضاح واحد لطريقته واستخدمها فى تحليل طبيعة الحرارة وذلك بأن أعد بياناً بالظواهر الطبيعية للحرارة التى تشمل أشعة الشمس والشهب والنار والأجسام الصلبة الساخنة والسوائل والأبخرة ، وكل الأجسام التى تحك بشدة ، والجير الحى المذاب فى الماء والزيوت التى تحرق الأسنان والكحول الذى يجمد بياض البيض والأعشاب التى تحرق اللسان وغيرها .

ثم أعد بيانا بالظواهر الطبيعية التى تطابق تلك الظواهر التى سبق ذكرها وليس فيها حرارة وتشمل أشعة القمر والخشب الفاسد الذى يضىء بالليل ولكنه مع ذلك ليس ساخنا ، والضوء الفوسفورى والبريق الذى يرى فى مياه البحار إذا ماارتطمت بها المجاذيف ليلا ، وغيرها . وكان لا يظن أن هناك جسما لاتزيد حرارته بالاحتكاك . وكان القدماء يظنون أن النجوم تسخن باحتكاكها بالهواء . وكان باكون يحب إجراء التجارب ليرى ما إذا كانت قذائف المدفع تسخن باحتكاكها بالهواء . ويسبب الريح أو الهواء المتحرك نوعا من البرودة ، إلا أن الحركة التىمن هذا النوع ليست سريعة بالدرجة التى تستطيع بها توليد الحرارة ، وهى حركة الجسم كله وليست حركة جزئياته ، ولذلك فلا عجب إذا لم تولد الحرارة .

وكانت خطوته الثالثة عبارة عن تحليل درجة الحرارة فى الأجسام التى ذكرها فى البيانين السابقين . ولاحظ أنه لا يجد فى الأجسام الصلبة والملموسة شيئا ساخنا بطبيعته . وتزداد الحرارة فى الحيوان بالحركة والرياضة البدنية . وليست حرارة الأجسام السماوية بكافية إطلاقا لإشعال النار فى الخشب والقش ، إلا أنها كانت مع ذلك قادرة على إخراج البخار من المواد الرطبة » . وحرارة النيران على درجات مختلفة من حيث الشدة . وأشدها جميعا حرارة البرق ، لأنها أذابت الحديد المطاوع حتى سال نقطاً ، بينما تعجز النيران الأخرى عن ذلك » .

والحركة تزيد من الحرارة كما يظهر ذلك عند استعمال المنفاخ فى الأتون، وتشتد حرارة السندان تحت ضربات المطرقة حتى أنه لو كان مصنوعاً من صفيحة رقيقة فإنه يصبح على ما أظن أحمر كالحديد الملتهب تحت تأثير ضربات المطرقة المستمرة القوية. ولكن علينا إجراء التجارب لتحقق من ذلك .

ثم طبق طريقته فى الاستقراء على الحقائق المدونة فى البيانات الثلاثة ورفض فى كل ظاهرة الصفات التى لا توجد فيها ومن ثم تكون مسئولة عن حرارتها ولو ان تلك الصفات قد تكون فى الظواهر الأخرى الساخنة . ولما كانت أشعة الشمس ساخنة فإن حرارتها لا تعنينا . والحرارة تختلف فى طبيعتها عن حرارة الأجرام السماوية لأن النيران المعروفة ساخنة . والحرارة ليست نوراً لأن الماء الساخن لدرجة الغليان والمواد الأخرى المعتمة ساخنة . ولما كان الحديد لا يزيد زيادة ظاهرة لما يحمى ، فالحرارة لا يمكن أن ترجع إلى تمدد الأجسام بوجه عام . وليس من طبيعة الحرارة التدمير لأن كل الأجسام تسخن بسهولة جداً ، وليست الحرارة حتما من طبيعة الأشياء . ونظرا لأنها تحدث نتيجة لاحتكاك الأجسام فإنها أثر لخاصية سابقة .

ولقد استخلص باكون مميزات الحرارة المشتركة فى كل الظواهر . ويقول : « يتبين من فحص الظواهر السابقة كلها ، ومن كل واحدة على حدة أن الحرارة الملازمة لظاهرة ما عبارة عن حركة . وهذا يظهر بوضوح فى اللهب . ومن الجلى أن الحرارة تسبب هياجا واضطرابا وحركة عنيفة فى أجزاء الجسم الداخلية وتؤدى إلى تحلله بصورة ظاهرة . ولاحظ أن الحرارة شىء والتسخين شىء آخر ، لأن الحرارة تنتج من حركة الاحتكاك دون أن تكون هناك حرارة سابقة » . واستنتج أن الحرارة حركة تمدد : لا فى كل أجزاء الجسم وإنما فى أجزائه الصغيرة . والحرارة عبارة عن حركة تمددية محدودة وتؤثر فى الجزئيات الصغيرة فى الأجسام » .

ولم يأت باكون إلا بمثال واحد لتطبيق طريقته . وكان مثالا موفقاً للغاية لأنه هداه إلى معرفة النظرية الديناميكية للحرارة .

ولم تكن طريقته كطريقة كوبرنكس وجاليليو ومن أتى بعدهما . وكان يندد بأعمالهم ويشكو من أن جلبرت بعد أن بذل غاية الجهد فى بحث خواص المغناطيسية بدأ فورا فى وضع نظام تام يتفق وموضوع بحثه . ومع أن مشاهدات جاليليو عن توابع المشترى كانت اكتشافات عظيمة حقاً ، إلا أن باكون كان ينظر إليها بعين الارتياب ، لأن التجربة تنتهى عند هذه الاكتشافات القايلة ، بينما هناك أشياء كثيره أخرى جديرة بالبحث لا تكتشف بطريقه جاليليو . وأوضح أن فصل بعض العلوم عن االعلوم العامة يعوق التقدم العلمى . ويقول ليس للمتخصصين النظرة الواسعة لأنهم لايستطيعون تصحيح نظريات تطابق ما تخصصوا فيه ولكنها لا تتفق والأسس العامة للمعرفة . ولهذا السبب كان يعارض نظرية كوبرنكس ، لأنها لاتستقيم والمشاهدات العامه ولو أنها مستقيمة فى حد ذاتها . ورفض نظريه جاليليو عن المد والجزر وكانت تقوم على فرض الحركة النسبية بين البحار والأرض الدائرة لأنه لم يعتقد أن الأرض تدور .

وكان يعتقد أن العلاقة بين القمر وحركات المد والجزر ترجع إلى قوى تعمل على مسافات بعيدة ، وأن هذه القوى البعيدة « محدودة وثابتة فى طبيعة الأشياء » وأن حدودها تعينها كتلة المادة فى الأجسام الواقعة تحت تأثير هذه القوى أو تعينها أوساط أو عوامل أخرى ، ويقول إن لما يسمى حركات عنيفة — كحركات القذائف والمدافع والعجلات وغيرها — حدودا ثابتة وأقدارا معينة « يجب ملاحظتها وتقديرها » .

ومن الجلى أن طريقة باكون تختلف عن طريقة جاليليو . وبرغم إصراره على ضرورة درس العمليات الميكانيكية وأجزائها ، فإنه لم ير أن ذلك ضرورى ليساعد الخيال على تكوين صورة ذهنية للعمليات فضلا عن إمداد الذاكرة بكل تفاصيل هذه العمليات . وكان يعتقد أن فى وسعه أن يحصل على قانون العملية من تحليل تفاصيلها تحليلا منطقيا دون الاستعانة بصورة أو قانون . ومع أنه يقول « إن البحوث فى الطبيعة تؤدى إلى أحسن النتائج عندما تبدأ بعلم الطبيعة وتنتهى بالعلوم

الرياضية ، فإنه يقول كذلك : « وما على العلوم الرياضية إلا تحديد الفلسفة الطبيعية وليس عليها أن توجدها » وكان يذكر الأفلاطونيين والفيثاغوريين الذين كانوا يعتقدون أن فى استطاعتهم استنتاج خواص الطبيعة من المطابقات والتأملات العددية . ولقد كانت هذه الآراء صحيحة ، ولكنه لم يدرك تماما أن الحقائق الطبيعية يجب أن تصاغ فى قوانين رياضية يمكن بواسطتها الوقوف على حقائق أخرى غير معروفة حتى الآن . ومع ذلك فقد أدت طريقته إلى نتيجة باهرة كما يرى فى عرضه للنظرية الديناميكية للحرارة . وأنه فى الواقع استعمل خياله للوصول إلى هـذه النتيجة ، ولكنه ما كان يدرى أنه قد كون فى مخيلته صورة الحرارة كحركة للجسيمات المكونة للجسم قبل أن يرى أن هذه الظاهرة الطبيعية تتفق ومظاهر الحرارة المدونة فى بيانه . وكانت طريقة باكون فى الاستنتاج أقوى ما تكون إذا ما أريد تكوين صورة بسيطة من عدة حقائق وقد نجحت فى الكشف عن النظرية الديناميكية للحرارة . واستخدم داروين طريقة تماثلها فى استنتاج نظرية النشوء والارتقاء من مسائل بيولوجية . كانت أضعف ما تكون إذا ما أريد تكوين صورة مفصلة ومصاغة فى قانون رياضى .

ومع أن باكون كان يميل إلى الاهتمام بالمنطق أكثر من التجربة إلا أنه اقترح تجارب كثيرة وأجراها . واقترح ضرورة المقارنة بين الزمن الذى تبينه ساعة موضوعة فى قاع منجم لمعرفة ما إذا كانت جاذبية الأرض للأجسام هى التى تسبب ثقلها .

ووجد أن الأوزان النوعية للأجسام الصلبة والسوائل تقع بين نسبة ١ إلى ٢١ وهكذا فالطبيعة محدودة أو على أية حال ذلك الجزء منها هو الذى يهمنا أمره . وبحث فى نسبة الأوزان النوعية للأبخرة إلى السوائل وذلك بأن ملأ قارورة من الزجاج سعتها أوقية بالكحول ، ثم وزنها وربط فى عنقها كيسا مفرطحا حتى لا يكون هناك فراغ فوق السائل ، ثم وضع القارورة على طبق ساخن موضوع على فحم متقد ، فبدأ الكحول يتبخر وملأ الكيس فى الحال . ثم ثقب الكيس قبل أن يتكاثف البخار وقاس مقدار الكحول المفقود من القارورة . ولما كان يعرف سعة الكيس فقد استطاع أن يحسب كمية البخار التى تكونت من الكمية المفقودة

من السائل ، وأحصى النتائج التى أظهرت بجلاء أن الجسم كان يحتاج نتيجة لما طرأ عليه من التغير إلى درجة من التمدد تفوق ما كان يحتاجه من قبل مائة مرة . واثبت باكون بالتجربة أن الماء فى الحقيقة غير قابل للضغط وذلك بأن ملأ كرة من الرصاص بالماء وأحكم غلقها وضغط عليها بشدة فانبثق الماء من الرصاص كأنه ندى لطيف ، وكان تشوه الكرة خفيفا ولذلك استنتج أن الماء يقاوم الضغط .

ولقد كان باكون مجربا قديرا ، وعلاوة على ما قام به من توضيح الغرض من العلم وتحسين طريقة البحث فيه فإنه وصف فى قصته « نيو أطلانطس » خطة للنهوض به . فتخيل جزيرة تسمى بنسالم لم تكتشف فى المحيط الهادى . نظم سكانها مجتمعا راقيا قائما على العلوم والفنون المتقدمة ، وكانوا يخفون وجودهم عن أعين بقية العالم ليتحاشوا عدوان الشعوب الأقل حضارة . ولكنهم كانوا يرسلون بعثات سرية للحصول على كل علم جديد .

وكان المعهد الذى يقوم بتنظيم هذا المجتمع والبحوث يسمى دار سليمان ، وكان كل عضو فيه يسمى زميلا ، وعليه أن يقوم بأداء أعمال معينة . فسافر إثنا عشر عضوا فى السر إلى البلاد الأجنبية ليأتوا بمعلومات عن الكتب وخطط التجارب هناك . ولقد نقل ثلاثة منهم كل ما فى الكتب عن التجارب وجمع ثلاثة آخرون كل المعلومات عن الصناعات الميكانيكية والعلوم التجريبية والعمليات التى لم تدخل فى الصناعات . وقام ثلاثة زملاء بإجراء التجارب الجديدة وثلاثة آخرون بتحليل النتائج التى وصلوا إليها محاولين استنتاج قوانين جديدة منها . وكان ثلاثة زملاء يبحثون فى كيفية تطبيق هذه القوانين والنتائج الجديدة لينتفع بها الإنسان فى حياته وعمله .

وكان الزملاء جميعا يبحثون فى نتائج هذا المنهج ويقوم ثلاثة زملاء بدراسة البحوث الجديدة التى يقترحونها ويعاونهم ثلاثة آخرون . وأخيرا كان هناك ثلاثة زملاء يقومون باستخلاص أهم النتائج من كل البحوث السابقة ويسمون « مفسرى الطبيعة »

وكان يساعد هؤلاء الزملاء جماعة من التلاميذ وطلاب البحث وعدد كبير من المساعدين .

وكان للدار رواقان طويلان جميلان فيهما تماثيل لأهم المخترعين والمكتشفين ؛ فهناك تمثال لكولومبس الذى اكتشف جزر الهند الغربية ، وتماثيل مخترعى السفن والمدافع والموسيقى والكتابة والطباعة والفلك والمعادن والزجاج والحرير والنبيذ والقمح والسكر وغيرها . ويعطى لمخترع أى عملية جديدة نافعة مكافأة قيمة محترمة .

إن تقدم التجارة والاكتشاف الذى وجه اهتمام باكون نحو العلم دفع الكثيرين غيره إلى نفس الاتجاه خلال النصف الأول من القرن السابع عشر . وعندما اجتمع هؤلاء الأفراد وبحثوا عن طريقة تؤلف بين جهودهم ، اتبعوا طريقة دار سليمان التى صورها باكون . فأسسوا جمعية من العلماء وحاولوا تنظيم جهودهم طبقاللنموذج الذى وضعه باكون . ولقد أصبحت هذه الجمعية بعد زمن قصير الجمعية الملكية فى لندن ، ويسمى أعضاؤها بالزملاء أسوة بالزملاء الذين تكلم عنهم باكون .

ولم تكن أعمال الزملاء أعضاء دار سليمان محصورة فى داخل معهدهم ، بل كانوا يطوفون بالمدن الهامة فى بلادهم شارحين مزايا الاختراعات الجديدة النافعة . ولقد كان هذا هو النموذج الذى أخذت عنه الجمعيات البريطانية والأمريكية لتقدم العلوم بعد قرنين من الزمن .

وهناك خلط كثير بشأن ما أسداه باكون من خدمات للعلم ؛ فالعلماء يلاحظون أن طريقته العلمية محدودة وأنه لم يستطع القيام باكتشافات كثيرة . ومع ذلك فالجميع يشعرون بأهمية كتاباته العلمية . ومن الجلى أن جوهر كتاباته لم يكن العلم ، وإنما العلاقات الاجتماعية للعلم ، والحق أنه كان أول من كتب فى هذا الموضوع ، وكان فى ذلك كاتبا عظيما . ولم يهمل كلية من أتى بعده من العلماء رأيه فى الطريقة العامة للاستقراء . ولقد حذا حذوه بيير كورى فى استنتاجه للكهرباء .

ولم يكن نقد باكون لجلبرت وجاليليو وكوبرنكس من غير أساس كما يظن

عامة الناس . فقد كان باكون يهدف إلى اختراع طريقة لا تحل مسائل علمية معينة فحسب بل كذلك تعمل على تهيئة النتائج لخدمة المجتمع . ولم يهتم كثيرا بطريقة جاليليو التى تجرد العلم وتعزله كلية عن محيطه العام الاجتماعى . ومع ذلك لم يقدر العلماء بوجه عام ضيق طريقة جاليليو التى كشفها عجزه عن إدراك طبيعة نزاعه مع الكنيسة إلا فى العصور الحديثة . ولقد اتبع العلماء جاليليو نحو ثلاثة قرون وهم يجمعون المكتشفات فى ميادين من البحث عزلوها بطريقة صناعية عن المعرفة العامة والشئون الاجتماعية . ويواجه العلماء الذين نهجوا نهجه نفس مصيره بما ينزل عليهم من المصائب . إذ أنهم فشلوا كما فشل هو من قبل فى إدراك العلاقة بين العلم والمجتمع مما أدى إلى تحطيمهم .

ويقول هارفى «إن باكون كان يكتب فى العلم كوزير ، ويمكن أن يرد على ذلك بأن هارفى كان يكتب فى العلم كعالم يسير على نهج جاليليو .

وإذا ما أراد العلماء أن ينقذوا أنفسهم فى هذه الأيام فعليهم ألا يكتفوا باتباع جاليليو فقط بل عليهم أيضا أتباع باكون ، وأن يذكروا أن المعرفة التى لا تؤدى إلا إلى إشباع الرغبات ما هى إلا كالمرأة الساقطة وأن الهدف الحقيق للمعرفة هو منفعة الدولة وإنهاضها ونفع المجتمع الإنسانى » .

٦٠

عمدة مجدبرج

وترجع أهمية مجدبرج إلى موقعها على نهر الإلب إذ كانت التجارة بين شمال ألمانيا وجنوبها تجتاز النهر بسهولة عندها ، وكان النهر الوسيلة الطبيعية لنقل التجارة بين الشرق والغرب إلى همبرج وبحر الشمال . وبحكم موقعها هذا كانت عضواً فى إتحاد المدن التجارية الألمانية ، هذا إلى أنها كانت لاتبعد إلا مائة ميل فقط عن مدينة شمنتز مركز صناعة التعدين التى تقع على إحدى الطرق التى تستخدم لنقل المعادن النفيسة وغيرها من السلع إلى هولندا مركز العالم التجارى فى القرن السابع عشر ، وكانت لها أهمية إستراتيجية فى حرب الثلاثين .

ولقد كانت الجيوش الكاثوليكية بقيادة تلى ، والجيوش البروتستانتية بقيادة جوستافس أدلفس تطمع فى الاستيلاء عليها ؛ ففى سنة ١٦٣١ هددها تلى بالحصار إذا لم تستسلم لجيوشه ، ولما كانت غالبية السكان من البروتستانتيين المتعصبين فقد عقدوا العزم على المقاومة . إلا أن فريقا من الأغنياء كانوا برغم مذهبهم البروتستانتى يودون الاتفاق مع تلى خوفا على ثروتهم من الضياع ، فعملوا على أن يعقدوا صلحا معه . وكان جوستافس ادلفس شديد الرغبة فى أن تقاوم مجدبرج لأنها تهيىء له ممرا على نهر إلب وطريقا نحو الجنوب ، ولكنه لم يستطع أن يبعث لها بإمدادات أو ذخائر ثم أن جيوشه كانت فى حاجة ماسة إلى مافيها من عتاد حربى فطلبها ووعد أن يبذل لها أقصى المعونة فى المستقبل .

ولما أظهر أعضاء مجلس شورى المدينة عدم الرغبة فى الموافقة على طلبه والرغبة فى الاتفاق مع تلى هدد مندوبو جوستافس بعرض الموضوع على الشعب مصدر

السلطات . عند ذلك وافق المجلس على إعارة معدات المدينة فزحف تلى على المدينة ولم يستطع جوستافس أن يأتى لنجدتها ، وألقى عبء الدفاع عن المدينة ومخازنها خاوية على السكان تحت قيادة ضابط سويدى . وعين المجلس ضابطين للدفاع عنها وكان أوتوفن جريك أحدهما وهو شاب من عائلة بارزة فى المدينة ولد عام ١٦٠٢ وكان عمره تسعا وعشرين سنة لما أختير ضابطا للدفاع .

أعد أوتوفن جريك منذ حداثة سنه للاشتراك فى حكومة المدينة ، وكان الابن الوحيد لوالدين ثريين أغدقا عليه كل مافى وسعهما من عون . ولما كان عمره خمسة عشر عاما سافر لجامعة ليبزج لدراسة القانون ، وواصل دراسته فى هلمستد وجينا ، ثم سافر إلى ليدن لدراسة العلوم والهندسة الحربية . وفى ذلك العصر كانت العلوم الحربية أساس مناهج الدراسة فى الجامعات ولم تفصل مناهج علوم الطبيعة والكيمياء والحياة كما هى معروفة فى هذه الأيام إلا فيما بعد . وزار إنجلترا وفرنسا ، ثم رجع إلى مجدبرج وهو فى الثالثة والعشرين من عمره ، وكان قد تزوج ، وسرعان ما أصبح شخصية بارزة فى المدينة .

ولما كان هو الضابط المسئول عن الدفاع عن المدينة كما أنه المهندس الحربى فقد وضع خطة التحصينات والعدد الحربية وأشرف على بنائها . ونظرا لشدة الحاجة إلى العتاد الحربى وبخاصة البارود ، فقد نظم صناعة البارود من نترات البوتاسا فى الصيدلية الوحيدة فى المدينة . ولكن رغم قدرته وجهوده فقد سقطت مجدبرج لأن جوستافس أدلفس لم يأت لنجدتهم ولم تستطع الصمود طويلا أمام قوات تلى العظيمة وأحرقت ودمرت عن آخرها . وكان جريك على وشك أن يفقد حياته وكل ممتلكاته لولا أن شفع له مواطن عظيم كان صديقا لأحد قواد تلى وافتداه هو وعائلته أصدقاء مجدبرج البروتستانيتون .

وبعد إطلاق سراحه عينه جوستافس أدلفس مديرا . لتموين الجيش . ثم قام جوستافس بهجوم مضاد ، وسرعان ما استرد مكان مجد برج . وعندئذ أعفى جريك من إدارة تموين الجيش ، وطلب إليه أن يشرف على تعمير المدينة ، فرسم تصميما

للجسور والحصون والمبانى الجديدة علاوة على اشتراكه فى السياسة . ولما كانت المدينة فقيرة ولا تستطيع أن تدفع له من الأجر ما يكفيه ليعيش فقد كان عليه أن يشتغل بالزراعة وصنع الجعة ليزيد دخله .

وفى عام ١٦٤٦ عين عمدة للمدينة وظل محتفظاً بمركزه الرسمى العام حتى مات عام ١٦٨٦ . ولقد قضى كثيراً من وقته فى فينا وبراج وريجنسبرج وغيرها من العواصم فى مفاوضات سياسية نائباً عن المدينة .

ونظراً لدراسته العلمية السابقة وأعماله العلمية والهندسية المستمرة ، فقد ظلت المسائل الخاصة بخواص المادة ماثلة أمامه على الدوام ، هذا إلى أنه كان يتتبع المناقشات العلمية التى أثيرت فى هذا الوقت عن بناء الكون ، وحاول أن يفسر الأمور الدينية بالجمع بين العلم والدين ، كما حاول أن يعين مكان الجنة والنار ، وأن يوفق بين أقوال يشوع عن حركة الشمس ونظرية كوبرنكس . وساقته هذه المسائل إلى البحث فى خواص الفضاء الخارجى الذى كان يظن أنه خال من أى مادة ، وكيف يستطيع الحصول على قطعة من الفراغ ومعرفة ماذا تشبه خواص الفضاء الخارجى والجنة والنار .

ولما كان مهندس تنفيذ له خبرة طويلة واعتاد حل المسائل بالعمل والبحث السريع ، فقد عالج مسألة الفراغ بطريقة عملية ، وصمم على محاولة إحداث الفراغ والبحث فى خواصه بإجراء التجارب علاوة على إمعان الفكر . ولقد كان فى مصنعه للجعة معتاداً العمل بالسوائل والغازات واستعمال المضخات ، وكان يعرف كيف يفرغ البراميل ويطفىء النيران وكان هذا يتضمن العلم بالمضخات . ولقد كان سكان مجدبرج يعرفون كل هذه الأشياء نظراً لقربهم من مدينة شمنتز الواقعة فى وسط الإقليم حيث كان عمال المناجم مضطرين لمعرفة الكثير عن المضخات ، وكانوا على علم بهذه الفروع من الهندسة أكثر من أى طائفة أخرى من المهندسين فى العالم .

فكر جريك فى ملء إناء بالماء وتفريغه بمضخة خاصة وكان يظن أن الماء يترك فراغاً فى الإناء إذا ما أزيح ، ولذلك أتى ببرميل من الخشب من مصنعه وملأه بالماء

وحاول أن يخرج الماء بمضخة خاصة تتركب من ماسورة طولها قدم واحدة تقريباً وقطرها عدة بوصات ولها مكبس يسحب مباشرة باليد .

ومن المحتمل أن كان جريك وقد قام بلا ريب بإطفاء كثير من الحرائق إبان حصار مجدبرج على علم بمضخات اطفاء الحريق ، فليس من المدهش إذن أنه استعمل المضخة الكابسة التى تعمل كمضخة ماصة فى آلة إطفاء الحريق لنزح الماء من البراميل. ولقد وجد بعد الدفعات القليلة الأولى أنه فى حاجة إلى قوة كبيرة لرفع المكبس وأن عليه أن يقوى جميع الوصلات والأربطة ولكنه وجد أنه يمكن نزح الماء إذا ما قام ثلاثة رجال أشداء بشد المكبس .

ارتفعت أصوات فى البراميل كما لو كان المـــاء الباقى يغلى ، ولاحظ أن الهواء يتسرب إلى داخل البراميل ، ومن ذلك الحين أصبحت تلك الظاهرة مألوفة عند من يقومون بعملية تفريغ الهواء فطلاه بالقار ليسد الثقوب وأخذ ينزح الماء . إلا أن الهواء تسرب مع ذلك من الشقوق المغطاة بالقار ، ولذلك غمر البرميل كله فى الماء ووجد أن تسرب الهواء قل كثيراً . ولما كان ذلك غير كاف فقد صنع إناءاً كروياً كبيراً من النحاس لايتسرب منه الهواء . ولم يحاول أن يملأه بالماء وإنما ركب عليه مضخة فوجد أن مابه من هواء يمكن تفريغه مباشرة . ولما قرب تفريغ الهواء تحطم الإناء محدثاً صوتاً عالياً . فظن أن ذلك يرجع إلى عدم تمام كروية الإناء ، ولذلك عمل إناء من النحاس أكمل فى كرويته من السابق . ولم يتحطم الإناء بعـــد تفريغ الهواء منه ووجد أن الهواء يندفع بشدة إذا ما فتح المحبس . وأن مهارته فى استعمال الأوانى النحاسية الكبيرة مصدرها من الخبرة التى اكتسبها فى معمله للجعة .

عند ذلك عمل آلة خاصـــة لتفريغ الهواء ، إذ عرف ضرورة منع الثقوب وتصغير مقدار الحيز الميت فى داخل المفرغة لأقصى حد .

وأخذ يجرى بمفرغة الهواء هذه سلسلة طويلة من البحوث الجديدة ٠ واستعمل كرات من الزجاج لها أعناق واسعة وتشيقات سفلية لمشاهدة نتائج التفريغ . ولقد وجد أن أقل كمية من الهواء قابلة للتمدد ، وأن الهواء فى أثناء تفريغه يتمدد من تلقاء نفسه

فى اسطوانة المفرغة · ولاحظ السرعة التى يحدث بها تعادل الضغط فى أنبوبة طويلة يفرغ منها الهواء ، وأن لفحات الهواء كانت كافية لأن تعصف بالمسامير داخل الأنبوبة . واستدل من ذلك على أن العواصف الجوية لاترجع إلا إلى الاختلافات فى ضغط الهواء . وتنبأ بعاصفة كبيرة من هبوط كبير فى الضغط الجوى . ولاحظ تصادم المياه فى المكان المفرغ من الهواء ، وأنه يحدث صوتاً كصوت ضربات المطرقة على الماء ، ثم قاس الوزن النوعى للهواء بأن وزن أنبوبة من الزجاج وهى مملوءة بالهواء ومفرغة منه وعرف أن النتيجة تتوقف على الضغط ودرجة الحرارة . وأثبت أن الضوء يستطيع السير فى أنبوبة مفرغة من الهواء بينما لايستطيع الصوت ذلك ، ووجد أن الشموع تنطفىء والحيوانات تموت إذا ماوضعت فى مكان مفرغ من الهواء . واستنتج أن النار تأخذ شيئاً من الهواء يمكنها من الاحتراق . ووضع شمعة فى إناء مغلق به مقدار من الهواء فوق الماء ووجد أن الشمعة استهلكت عشر الهواء قبل انطفائها . ولم تك تجاربه الواسعة النطاق على الفراغ بأقل أهمية من ذلك ، فقد أثبت أنه إذا وصلت اسطوانة فجأة بمستودع مفرغ من الهواء فإن المكبس يستطيع مقاومة قوة خمسين رجلا ، وعمل أنصاف كرات كبيرة تحتاج إلى قوة أربعة وعشرين حصانا لتفصلها عن بعضها إذا مافرغت من الهواء . بينما تنفصل عن بعضها دون بذل أى جهد إذا مادخلها الهواء عند فتح صنبور .

ولقد أجرى جريك هذه التجارب أولا فى مجدبرج عام ١٦٥٠ تقريباً . وفى عام ١٦٥٤ عين ممثلا سياسيا للمدينة فى الرشستاغ فى مدينة ريجنسبرج ، ويقال إنه أعاد التجارب أمام إمبراطور ألمانيا والأمراء مجتمعين إلا أن ذلك مشكوك فيه .

ولقد كانت مهمته السياسية العمل على صون حرية مجدبرج ، وأن ماقام به فى ريجنسبرج من عرض أنصاف الكرات التى عملها فى مجدبرج - إذا صح ذلك - ما كان بلا ريب إلا لإظهار نبوغ أبنائها لكى يرتفع مقامها مما يدعو إلى النظر بعين التقدير إلى ما تصبو إليه سياسياً . ولقد كان ذلك نوع من الدعاية الثقافية كما كان راجعاً إلى إعجاب جريك بعبقريته . ولقد أنفق كثيراً على الجهاز الذى ابتكره برغم

ما كان يحصل عليه من أدوات من مصنعه . وزادت تكاليفه لما زخرفه بالزخارف الثمينة ، ولـكن لم تأت المحاولة التى قام بها لاستخدام العلم كوسيلة للدعاية السياسية بنتيجة ، فلم يستطع صون حرية مجدبرج إلا نه ازداد شهرة

ولم تـكن بحوثه مقصورة على تفريغ الهواء فلقد صنع أول الة كهربية وكانت عبارة عن كرة كبيرة من الكبريت تدور باليد حول محور من الحديد .

ويتولد التـكهرب من وضع اليد على كرة الكبريت فى أثناء دورانها . ولقد كان للمقاسات الكبيرة فى هذه الآلة أهمية كبرى إذ أتت بنتائج لا يمكن الحصول عليها بالجهاز الصغير فى المعمل . واستطاع إحداث شحنات كهربية كبيرة مكنته من اكتشاف ظاهرة التنافر الكهربى ، ولقد استطاع ليبنتز عام ١٦٧٢ بواسطة نسخة من آلة جريك الكهربية أن ينتج لأول مرة شرراً كهربياً .

ولقد سمع روبرت بويل لأول مرة عن اختراع جريك لمفرغة الهواء عام ١٦٥٧ وبمساعدة هوك عمل مفرغة متقنة ، وأجرى عدة تجارب وصفها فى كتابه « تجارب جديدة طبيعية ميكانيكية عن الهواء » . وهو عبارة عن ثلاثمائة صفحة . ولقد أتم التجارب ووصفها فى عامين .

ولقد أجرى بويل كثيراً من التجارب على النيران والحيوانات فى الهواء تحت ضغط مخفف . وقرب من اكتشاف الأوكسيجين ، وانتبه إلى رأى بارا سيلسبس ودريل من أنه « ليس كل الهواء صالحا للتنفس ولـكن هناك جزء منه يجعلة صالحا لذلك » . وكان ذلك من رأيه « لأننا نرى لهب المصباح فى الآلة المفرغة كحياة الحيوان لا يستمر إلا قليلا بعد احتراق الهواء . وبذلك ترينا هذه الآلة نوعا جديداً من الشبه بين النار والحياة » . ولقد هدته التجارب على الهواء المتحلل فى الماء الذى انطلق نتيجة لتخفيف الضغط إلى القول بأن فى الماء بعض أجزاء الهواء وأنه ليس من المستحيل أن تنتفع بها الأسماك » .

ولاحظ غليان الماء الساخن تحت ضغط مخفف ، واستنتج منه أن الهواء إذا زاد ضغطه أو خف قد يلطف كثيرا (كما يقول المعلمون) من حدة مختلف العمليات التى تسببها شدة هياج الأجزاء الصغيرة فى الجسم .

وبحث فى تمدد الهواء كدليل على التركيب الذرى للغازات .

ولقد نشر تجاربه عام ١٦٦٠ وكانت سنه أربعا وثلاثين سنة ونقدها هيرو وغيره كثيرا . وفى التجارب التى أجراها بعد ذلك لإثبات التجارب الأولى وصف للقانون المشهور المسمى باسمه .

وإن مفرغة الهواء لأهم اختراع فنى فى تاريخ العلم لأنها تهيىء الوسيلة للبحث فى الغازات التى تعرض الظواهر الطبيعية للمادة فى أبسط صورها . ولما كان جسم الإنسان لا يصلح لإجراء البحث فى الطبيعة لأنه معقد لدرجة لا تسمح بذلك ، كذلك الأجسام الصلبة والسوائل ، فهى ليست كالغازات فى المساعدة على دراسة تركيب المادة . وإن تمدد الغازات جعل ذريتها تبدو محتملة . والقانون الذى اكتشفه بويل هيأ المعلومات التى استطاعت بها العلوم الرياضية الوصول إلى أول استنباط صحيح من الفرض الذرى . ولقد أثبت نيوتن أن قانون بويل يمكن استنباطه رياضيا من الفرض الذرى .

وبالاستقراء الصحيح تحول الفرض الذرى إلى نظرية علمية ، وأصبح للكيمياء أساس علمى . ويقول جون دالتن إن بحوث دالتن فى النظرية الذرية للغازات أوحت إليه بالكثير .

ولقد أظهرت التجارب التى أجراها جريك بأنصاف الكرات الكبيرة إمكان الحصول على مصدر جديد للقوى . فلأول مرة منذ السيطرة على قوى المياه والرياح اكتشفت قوى جديدة . لقد نجح « نيوكومن » فى السيطرة على قوى الفراغ بواسطة الآلة البخارية . ولقد أدى ذلك إلى تطور القوى البخارية .

نتج عن دراسة الآلة البخارية علم الحركة الحرارية . وبضمه النظرية الذرية للغازات نتج علم الميكانيكا الاستاتيكية ونظرية الكم .

كما أصبح من الممكن البحث فى الخواص الكهربائية للغازات تحت ضغط منخفض بواسطة مفرغة الهواء والآلة الكهربائية اللتين اخترعهما جريك ولقد أدى ذلك إلى اكتشاف الإلكترون والتركيب الكهربى للمادة .

٦١

أبو الكيمياء وعم ايريل كورك

ويقول روبرت بويل فى آخر كتابه الأول عن مدى مرونة الهواء إنه كان ينوى جعله خطاباً قصيراً فى وصف النتائج التى وصل إليها إلا أنه تضخم حتى صار مجلداً ، ومع ذلك فالتجارب التى ذكرتها فيه ليست كل ما يمكن إجراؤه بفضل المفرغة . ولما لم أكن قادراً على تحقيق كل ما جال بخاطرى من التجارب عندما رأيت لأول مرة استعمالها فإنى قد دونتها فى قائمة فى أقل من نصف ساعة » .

وهنا يكشف بويل عن أهم جزء فى الطريقة العلمية وهو عبارة عن اختراع جديد أو طريقة فنية جديدة . وعندما يتم هذا فإن الموضوعات التى يستغرق بحثها مدى الحياة يمكن كتابتها فى أقل من نصف ساعة ، وإن النظريات لتبقى عديمة الفائدة مالم يتم اختراع الطريقة التجريبية لاختبار صحتها . ولقد اشتقت الوسائل التجريبية مما كان يستخدمه أصحاب الحرف والصناعات . وكان حجم مفرغة الهواء التى صنعها هوك وبويل ثلاثة أقدام . وكان هذا هو الحجم الشائع للآلات فى ذلك العصر وكان حسن استخدامه يتوقف على العلم بالعمليات الميكانيكية التى استخدمت فى صناعتها .

وكان بويل على علم بضرورة دراسة العمليات الصناعية للحصول على المعلومات اللازمة التى يسترشد بها العقل فى الاكتشاف العلمى . ولقد بحث فى تلك المسألة مراراً وتكراراً وقال مدافعاً فى رسالته الطويلة : « فائدة الفلسفة الطبيعية » عن ضرورة قيام العلماء بإجراء التجارب بأنفسهم حتى بالمواد الكريهة فهو يقول إنه لا يأنف مطلقاً من إجراء التجارب لمعرفة طبيعة روث الحيوانات وفائدته . ومع أن ظروفى والحمد لله تمكننى من إجراء التجارب بأيدى الغير إلا أننى لم أمتنع عن تشريح الكلاب والأسماك والجرذان بيدى ، ولم أتردد فى استعمال يدى فى معملى

لمعالجة الصلصال والفحم البلدى » ثم يقول : « إن دراسة الفلسفة الطبيعية لا تعلم الإنسان العلم بالطبيعة فحسب بل وتعلمه فى كثير من الحالات كيف يخضعها ويسيطر عليها . والعالم الحقيقى لا يعرف فقط كثيراً من الأشياء التى يجهلها الغير ، بل وفى وسعه أن يعمل ما لا يستطيعه الغير ، ويستطيع بمهارته أن يلم بالكثير من عجائب الطبيعة وهذا يزيده قدرة على الابتكار » .

ويبحث فى فائدة العلوم الرياضية والميكانيكا والفلسفة الطبيعية ويقول من الممكن أن تزيد الخيرات فى العالم إذا ماعرف علماء التاريخ الطبيعى دقائق الصناعات والحرف ، وإنه سيقيم الدليل على أن الإلمام بالصناعات قد يرقى معلومات علماء التاريخ الطبيعى وإن علماء التاريخ الطبيعى قد يستطيعون بعلمهم وبما اكتسبوه من حذق نتيجة لمعرفتهم بالعمليات الصناعية النهوض بالصناعات » . ويسلم بأن العمليات الصناعية جزء من تاريخ الطبيعة لا يكفى تبريرا لموقف العلماء من إهمالهم لهذا الجزء من التاريخ الطبيعى وازدرائه ، والقول بأن العلم به لا يؤخذ إلا عن صناع أميين . ويرى أن هذا القول المبنى على المركز الاجتماعى كلام صبيانى سخيف لا يليق بفيلسوف ، وهو لذلك غير جدير بالرد . ويعتقد أن التعالى والإهمال والأنفة والتراخى — وهى صفات غالبا ما يتعلمها الإنسان فى المدارس — هى التى تعوق تقدم الفلسفة الطبيعية . ولقد أضرت تلك المواقف القائمة على المكانة الاجتماعية بمصلحة الإنسان كثيرا إذ أبعدت الرجال المتعلمين الأذكياء عن المصانع والصناع وما يعملون .

وتزيد العمليات الصناعية من علم العلماء لأنها تظهر لهم الطبيعة على حقيقتها . ويوصى العلماء بأن يكونوا مثله فى ألا يحتقروا التحدث مع الصناع فى مصانعهم ويقول : « ليس أهلا لمعرفة الطبيعة من يزدرى التحدث مع أحط الناس الذين أتيحت لهم الفرص للإلمام بها ، فقد يحصل العالم على معلومات قيمة للغاية من هؤلاء الذين ليست لهم لغة مهذبة ولا لباس ناعم ليرفهوا عن أنفسهم » .

وللصناع دراية تامة بالمواد التى يستعملونها لأنهم يفقدون عملهم إذا انحطت

منتجاتهم . ونظرا لحاجتهم إلى العيش فإنهم يقدحون أذهانهم ويضطرون لابتكار آلات وعمليات أكثر اقتصاداً ، لأن الحاجة كانت دائما أم الاختراع . ويقول : «إن الصناع يعرفون مواد كثيرة لم يذكرها كتاب الإغريق والرومان وأنه يتحدثه مع اثنين أو ثلاثة من البنائين والحجارين ، عرف عن أنواع الحجاره ومميزاتها وخواصها ومن ثم طبيعتها أكثر مما عرفه من بلنى أو أرسطو » .

ولقد كان أساس نظريات الصناع وآرائهم التجارب المتكررة عدة مرات ، بينما كان العلماء يقتصرون عادة على عدد قليل من التجارب . ولما كانت الحرفة كثيرا ماتنتقل من الأب إلى الابن ، فإن الأسرة تعرف الكثير عن الخصائص البطيئة ، التى قد يتطلب ظهورها عشرين عاما أو أكثر ، والتى لايمكن أن تعرف بتجربة واحدة . وكان يود أن ينقل المواد الفلسفية من المصانع إلى المدارس ، وأن يتحدث السادة والعلماء مع أرباب الحرف « لأن ذلك يهىء لهم الفرصة لمعرفة أشياء كثيرة منهم » . ويستطيع العلماء بمعرفتهم العمليات الصناعية أن يحسنوا مخترعات الصناع الأميين . ويقول : « إن العمل فى حرفة ما لايختلف فى كثير من الحالات عن القيام بإجراء التجارب » .

ويصف بويل العلماء الذين على شاكلته بأنهم يتعاملون مع الطبيعة وتتسم أعماله بإدخال عقلية أصحاب الأعمال فى نظرة الإنسان إلى الطبيعة ، فالعالم فى نظره يتعامل مع الطبيعة كما يتعامل التاجر مع عملائه .

والعلوم الرياضية والميكانيكا مفيدة للعالم لأنها تساعده على « تكوين نظريات أو عمل ملاحظات وتجارب » وأن دراسة الهندسة والآلات بمافيها من مشروعات تخطيطية وصور وأدوات ، تساعد الخيال على تصور كثير من الأشياء تمكن من معرفة ما بينها من فروق ومن عمل مخترعات جديدة منها .

ويقول إن من البواعث له على دراسة الطبيعة رغبته الشديدة فى إفادة الناس أجمعين . ويعتقد أن على الفاسفة الطبيعة « تزويدهم بالأزهار العجيبة لتشبع حبهم

للاستطاع وتسر حواسهم ، وبالثمار الممتازة والمنتجات الأخرى الحيوية لتسد حاجياتهم وتهيء لهم سبل الراحة فى حياتهم » .

وينقد بويل بشدة نظرية أرسطو عن العناصر وهى التى سادت العالم مدة ألف سنة ، ويقول إنه لايستطيع أن يعتبر أى جسم غير تام التجانس عنصرا ، بل يمكن تحليله إلى أجزاء مختلفة . وفسر أولا النظرية الحديثة للعناصر الكيماوية ، وكذلك النظرية الحديثة للتحليل الكيمائى المنظم . وكان يعتقد « أن المادة والحركة أهم عناصر الأشياء » ووجه التفكير العلمى نحو النظرية الذرية .

ولقد أدى بويل خدمة من أجل الخدمات للعلم ، بما قام به من جهد لإيجاد المكانة الاجتماعية لدراسة الصناعات والعمليات والهندسة ، ولإزالة مابين السيد والصانع من حاجز اجتماعى . ولقد غير هو وأتباعه موقف الطبقة الحاكمة من دراسة الطبيعة ، وحصلوا على مالدى الصناع والمهندسين من علم لفائدة هذه الطبقة . وسار العـــلم بخطوات واسعة ، كما أخذت الطبقات الحاكمة تهتم به لارتباطه بمصالحها . وفضلا عن معرفته أن البحث الناجح يتوقف على التوجيه العلمى المستمد من الصانع والتاجر ، فإنه يقول لابن أخيه العزيز وارث دوقية كورك « إنه يأمل أن يحبب الأثرياء ذوى المكانة العالية قبله فى دراسة الفلسفة التجريبية لأن دراستها الحقة تتطلب وفرة المال ورجاحة العقل » .

إن ثراء آل بويل حديث العهد جدا ، وهو من عمل ريتشارد بويل والد العالم الذى نتكلم عنه . ولقد ظل آل بويل عدة أجيال من أهل القرى خاملى الذكر . وريتشارد بويل مولود فى عام ١٥٦٦ وتعلم فى جامعة كمبردج ، وكان يود دراسة القانون لولاضيق ذات يده . ويقول « إنه صمم على السفر إلى البلاد الأجنبية ليزداد علما وخبرة بشئون العالم » ففى عام ١٥٨٨ سافر الى إيرلندا ، ولما وصل إلى دبلن « لم يكن معه إلاسبعة وعشرون جنيها وثلاثة شلنات ، وخاتم من ماس وسوار من ذهب أعطتهما إياه والدته ، وبعض ملابس داخلية وسيف وخنجر » .

وتزوج عام ١٥٩٥ من سيدة دخلها السنوى خمسمائة جنيه ، ولكنها ماتت عام ١٥٩٩ وهى على فراش الوضع . ويقول ريتشارد بويل إن ما ورثه منها كان « بداية ثروته وأساسها » .

ثم اشتغل فى المضاربات التجارية ، وسرعان ما نمت ثروته حتى غار منه سير هنرى ولوب وزير مالية إيرلندا وغيره ، ووشوا به عند الملكة اليزابيث ، وقالوا إنه لا يمكن أن يصل إلى هذا الثراء العظيم ما لم يكن يعمل لحساب دول أجنبية تمده بالمال لأنه كان فقيراً عند مجيئه إلى إيرلاندا .

ولقد أرجأت الثورة التى قامت فى منستر بحث هذه المسألة ، وأتلف القتال أراضى ريتشارد بويل . فعاد إلى لندن ليستأنف دراسة القانون ، واشتغل عند إيرل إسكس . ولما عين اسكس حاكما على إيرلندا ثارت مخاوف ولوب من ريتشارد بويل الذى كان يقول إن لديه أوراقا كثيرة تثبت « كذب ما قاله ولوب للملكة » .

وكان ولوب يخشى أن يستعمل ريتشارد هذه الأوراق فيفضحه ، ولذلك وشى به للمرة الثانية عند الملكة التى أمرت بالقبض عليه . ولكن بعد تحقيق دام عدة أشهر خرج بريئا . ويقول بعد ذلك إن الملكة علقت على هذه المحاكمة بما يأتى : « أقسم بالله أن هذه التهم ماهى إلا اختلاقات ضد هذا الشاب ، وأنه ما اضطهد كل هذا الاضطهاد إلا لأنه قادر على خدمتنا ، وأن الشكاوى التى قدمت ضده لم تكن إلا لمنعه من العمل . ولقد وجدنا فيه رجلا قديرا بان يدخل فى خدمتنا . وسيرى ولوب وأتباعه أنهم لن يستطيعوا إيذاءه ، ولن يكون ولوب من الآن وزير ماليتنا » .

عينته الملكة مديرا لمنستر ، فاشترى سفينة سير والتر رالى المسماة تلجرم ليبحر بها إلى إيرلندا . « وهذه هى المرة الثانية التى نمت فيها ثروتى » . وعمل بجد على إخماد الثورة فى إيرلندا . وبعد ذلك بفترة من الزمن أقنع سير روبرت سسل سير والتر رالى ببيع أطيانه فى إيرلندا إلى ريتشارد بويل « لأنها أصبحت يبابا » .

وفى الوقت الذى كان فيه هذا السياسى العظيم يبين لرالى أن أطيانه فى إيرلندا أصبحت جدباء عديمة النفع ، كان ريتشارد بويل يقول « إن فى شراء هذه الأطيان فائدة كبرى لى ، وستزيد ثروتى للمرة الثالثة . وتزوج الابنة الوحيدة لوزير إيرلندا الذى قدم إليه ألف جنيه ذهبا هدية الزواج .

وسرعان ما منح ألقاب فارس ولورد بويل ، وبارون يوجهول ، وفيكونت دنجارفان ، وإيرل كورك ، وأصبحت أطيـانه أعظم ما يذكر عن العصر الماضى وبنى كثيرا من القرى والمدن . ولقد أثنى كروموبل على منشآته قائلا : « لو كان فى كل مقاطعه إيرل كورك لاستحال قيام الإيرلنديين بأية ثورة .

ولقد كان إيرل كورك أغنى الأغنياء الجدد فى عصره ، وكان رجل عمل من الطراز الأول . ومع أنه جمع كل ثروته فى إيرلندا ، إلا أنه لم يك فى إيرلنديته بأكثر مما كان بارون فون نيراث فى تشيكوسلوفاكيته .

كان روبرت بويل الطفل الرابع عشر من ذريته والسابع من الذكور ، وهو مولود فى عام ١٦٢٦ فى بيت لسمور العظيم بمقاطعـة منستر. ولم يكن إيرلنديا إلا بمسقط رأسه . ويقول إنه لمـا كان الابن الصغير النبيل عظيم كان فى مركز حسن يمكنه من متابعة الدراسات العلمية .

ولقد كان ورعا شفوقا لا يعتمد على أحد فى معيشته لأن دخله كان يكفيه ،وكان مستقلا برأيه .

ولقد أظهر إيرل كورك الأول كفاية عظيمة فى إدارة الأعمال والشئون العامة وتلك من مميزات الطبقة الجديدة من النبلاء الذين يشتغلون بالأعمال التجارية . وإن اهتمام روبرت بويل بالصناعات لآت من اهتمام تلك الطبقة . وكان والده — على نقيض النبلاء والإقطاعيين ـ يعتقد أن غذاء الأطفال يجب أن يكون بسيطا خشنا على شرط أن يكون صحيا ، لأن ذلك يقوى جسومهم ويعرفهم بعامة الناس

وأعمالهم، وفى ذلك خير إعداد لهم للعمل فى المستقبل . ولقد أرسل روبرت بويل عقب ولادته إلى مرضعة قروية وظل فى الريف عشر سنوات .

ورغم،كريم محتده وذكائه فإن تربيته كانت عادية، ونظراً لغناه فإنه لم يكن فى حاجة إلى استخدام العادات الاستغلالية التى اكتسبها من آبائه لجمع المال . بل وجد لها عملا ألطف بكثير من ذلك ، وهو استخدامها فى دوام الحصول على المعرفة الطبيعية وفى تحليـــل العمليات الصناعية وتحسينها . وكان لنبالته على حداثتها أثر عظيم فى العلم . ولقد ألهى التكاثر غيره من النبلاء الذين كانوا لا يهتمون بالفنون الصناعية ، إلا بقدر ما يفيدهم فى استغلال أموالهم ولم يتعلموا كيف يفهمونها ويحلونها . وما كان ذلك ممكنا حتى يظهر سيد من صنف جديد يقوم بدراسة الصناعات ويختلط بالصناع . ولقد تم ذلك على يد نبيل عظيم أخذ يناصر الصناعات والصناع دون أن ينتقص شىء من مكانته . وعمـــل بويل على توطيد مركز الصناعات اجتماعيا ، وبذلك جعل العلوم التجريبية جديرة باهتمام السادة والطبقة الحاكمة . ولما أصبح للمشتغلين بالصناعات نفس المركز الاجتماعى الذى يشغله المشتغلون بالأعمال العقلية من العلماء والسادة ارتبط العلم النظرى بالعملى برباط جميل . وبذلك تهيأت الظروف للنهوض السريع بالعلم فى العصور الحديثة .

ولقد استطاع بويل القيام بهذا العمل المجيد لما له من مركز اجتماعى خطير . وأصبح أباً للكيمياء نظراً لما كان له من مواهب عقلية عظيمة .

٦٢

الجمعيـــة الملـكية

ولما توطدت سيادة الطبقات العاملة أصبحت مصالحها هى التى تحـدد مدى الجهود الفـكرية وغيرها ، وصار للمسائل الصناعية والتجارية الأهمية العظمى ، وعـكف على دراستها المشتغلون بها فعلا وغيرهم ممن جنوا الأرباح منها . وبذلك أصبح رجال الأعمال يشتركون مع رجال الفـكر فى دراسة مختلف المسائل ، ولم يعد هناك أى حد فاصـل بين الطبقات العاملة وغيرها من رجال الفـكر . وأخذ رجال الأعمال يبحثون الناحية العلميـــة من مشكلاتهم سواء فى أوقات عملهم أو راحتهم ، وانـكب رجال الفـكر على الاختراعات بعد أن عرفوا أنها تعود عليهم بالربح الوفير .

ولقد ظهر أمثال هؤلاء الرجال بين الحين والحين منذ أن انتعشت التجارة فى أوائل العصور الوسطى . ولـكن سرعان ما زاد عددهم لما عظم نفوذ طبقات التجار ، وكان عددهم فى كثير من الممالك فى النصف الأول من القرن السابع عشر كافيا لتـكوين جماعات ذات شأن من الرجال الأكفاء الذين جمعتهم وحدة الغرض ، فـكونوا من أنفسهم وهم لا يشعرون فى بداية الأمر أندية وجمعيـات . وكانت الجمعية التى تـكونت فى إنجلترا أساس الجمعية الملـكية بلندن .

ولا يمـكن على وجه الدقة تحديد نشأة هذه الجمعية لأنها لم تـكن من اختراع فرد معين ، وإنما خرجت إلى الوجود نتيجة لدوافع اجتماعية غير شخصية ، ومنذ العقد الرابع من القرن السابع عشر أخذ أعضاء الجمعية الأصليون يحسون شيئا فشيئا أنهم يكونون جمعية محددة الأهداف . ولقد وافق على تـكوين هذه الجمعية الملك شارل

الثانى عام ١٦٦٠ ، وأصدر بها مرسوماً عام ١٦٦٢ . ولقد وصف جون واليس الرياضى كيف اشترك فى المحادثات التى دارت حول موضوع الفلسفة التجريبية الجديدة فى لندن عام ١٦٤٥ .

كان عدد من الأفراد يجتمعون أسبوعياً فى مسكن أحدهم أوفى أحد الفنادق أو فى كلية جريشام لأجراء التجارب والبحث . ولقد قامت هذه الكلية على الأموال التى أوصى بها سير توماس جريشام عام ١٧٧٥ ، وكان المستشار المالى للملكة اليزابث ومن أكثر المشتغلين بالأعمال التجارية فى ذلك العصر . ولقد بناها لتعليم أهل لندن لاعتقاده أن مصالح المجتمع الجديدة القائمة على التجارة تتطلب تعليم الشعب . وأنشئت فيها كراسى للأستاذية فى اللاهوت والفلك والموسيقى والهندسة والقانون والطبيعة والبيان . وكان يشغلها رجال أمثال رن وهوك .

ويقول واليس إن اجتماعات أصدقائه كانت فى أول الأمر بإيعاز من تيودور هاك الألمانى المقيم فى لندن ، وأن جون ولكنز صهر أوليفر كرومويل كان عضواً بارزا فى الجمعية . وكان يكتب فى الميكانيكا ويهتم بتبسيط اللغه وكتابة المراسلات .

ولقد حرمت الجماعة التكلم فى السياسة والدين ، وأباحت البحث فى الطب والتشريح والاستاتيكاوالهندسة والفلك والملاحةوالمغناطيسية والكيمياء والميكانيكا والظواهر الطبيعية . وكان الأعضاء يجتمعون فى مصنع للنظارات يمتلكه أحدهم لتكون المواد والآلات فى متناول يدهم لإجراء التجارب ، وفى محاضرات أستاذ الفلك فى كلية جريشام ثم يصحبونه إلى مسكنه بعد إتمام محاضراته ليواصلوا بحوثهم ومناقشاتهم .

ولقد انضم روبرت بويل إلى الجماعة عام ١٦٤٦ وهو فى العشرين من عمره . وكتب إلى معلمه الفرنسى أنه كان يدرس الفلسفة الطبيعية والميكانيكا والزراعة تبعاً لمبادىء « كليتنا الفلسفية الجديدة » التى لا تقيم وزناً إلا لكل مفيد من العلم ، وأنه يكون شاكرا لو أرسل له من الخارج « إرشادات نافعة وكتبا قيمة فى أى من هذه الموضوعات» وأنه سيقابل بالترحاب من كليتنا الخفية لو تفضل بذلك .

بدأت هذه الاجتماعات وحكم شارل الأول على وشك الانتهاء فى زمن اشتد فيه التوتر السياسى والدينى ، ولذلك كانت ملاذا للمشتركين فيها ؛ إذ كانت المناقشات بعيدة عن الأمور السياسية والدينية ويستطيع المتخاصمون سياسيا ودينيا أن يشتركوا فيها ، وكانت الجماعة تعمل على ألا يراها المتنازعون فى السياسة والدين، ولذلك كانت تعقد اجتماعاتها دون أن يدرى بها أحد وقد يكون ذلك هو السبب الذى من أجله وصفها بويل بالكلية الخفية . ويقول سبرات « لم يكن غرضهم الأساسى إلا الحصول على مكان يتنفسون فيه الهواء خالصاً ويتحدثون بعضهم مع بعض فى هدوء بعيدين عن الهوس والأهواء التى سادت ذلك العصر المشئوم »

ولما زاد التوتر فى لندن هاجر بعض الأعضاء إلى أكسفورد ، وهناك عقدوا اجتماعاتهم التى احتضنها ويلكنز وبتى وبويل وغيرهم . وكان أول اجتماع لهم فى مسكن بتى لأنه كان يقيم فى منزل صيدلى حيث العقاقير والأجهزة لاجراء التجارب ، ثم اجتمعوا فى بيت بويل لأنه أنشأ معملا ، واستمر الأعضاء الذين بقوا فى لندن يعقدون اجتماعاتهم حتى عام ١٦٥٨ عندما استولى الجيش على مكان اجتماعهم .

ولقد تجددت الاجتماعات فى كلية جريشام عقب عودة الملكية ، وعمل الأعضاء على تنظيمها رسميا فبحثوا فى اجتماعهم عقب محاضرة رن فى ٢٨ نوفمبر عام ١٦٦٠ فى عدة قوانين لتنظيم أعمالهم وانتخاب أعضاء جدد ، وكان ويلكنز رئيس الجلسة، وكان من الحاضرين بويل وبتى ورن وبرونكر ونييل أسكتلندى رافق شارل فى منفاه يسمى موراى . وكتبوا كشفا بواحد وأربعين شخصا يصلحون للعضوية واقترحوا أن يدفع كل عضو شلنا أسبوعيا للصرف على أعمال الجمعية ، فأخبر موراى الملك شارل بما تهدف إليه الجمعية الجديدة . وفى اجتماعهم فى الأسبوع الثانى أبلغ موراى الأعضاء أن الملك موافق على الجمعية ومستعد لتعضيدها . وعين موراى أول رئيس للجمعية . ويبدو أن اسم الجمعية الملكية كان من اقتراح جون إفلين فى حديثه مع شارل . وفى عام ١٦٦١ التمست الجمعية من الملك أن يصدر بها مرسوما ملكيا ففعل

ذلك عام ١٦٦٢ . ثم عين برونكر رئيسا ، والعالم الألمانى هنرى أولد نبرج سكرتيراً لها وكان يطلق على الأعضاء « زمـلاء » . وفى عام ١٦٦٣ صدر مرسوم آخر وانتخب مائة وخمسون زميلا .

نهضت الجمعية نهضة لامثيل لها وكتب ماس سيرات تاريخها فى الخمس السنوات التى تلت صدور المرسوم الملكى الأول . وفى ذلك يقول أبراهام كاولى فى قصيدته عن الجمعية « ليس هناك من استحق أن يكتب تاريخه وهو فى الخامسة من عمره إلا أنت وهرقل » .

نشر سبرات الذى أصبح أسقف روشستر التاريخ الذى كتبه عن الجمعية عام ١٦٦٧ ولقد كانت لديه محاضر جلسات الجمعية وكان الزملاء يمدونه بما ينقصه من المعلومات ، وهذا العمل مجهود شخصى شجعه على القيام به معاونة الزملاء فى الجمعية . ويقول سبرات إن الجمعية ثمرة روح البحث التى ظهرت فى ذلك العصر ، ويعتقد أن ذلك وليد حرية الفكر التى ناصرتها حركة الإصلاح الدينى ، ولم يستطع تتبع منشأ الجمعية من يوم قيامها . ومع ذلك فقد غرست بذورها أيام حكم الملك إدوارد السادس والملكة إليزابث . ومن ذلك الوقت أخذت الحياة تدب فى جسم العلم التجريبى . ولكن لم تهيأ له الفرص للنضوج الذى يتمتع به الآن . ويقول إن كنيسة إنجلترا أم هذا النوع من العلم ، ومن ثم يجب عليها تغذيته بكل مايفيده ويقويه ثم بين أغراض الجمعية ولو أنه يقول إن ما كتبه باكون فى هذا الشأن أفضل مما يستطيع كتابته .

ويلاحظ أن الإغريق كانوا يطلقون العنان لخيالهم ، ويقدحون قرائحهم عند النظر فى الظواهر الطبيعية أكثر مما يتفق والبحث الحقيقى فيها . وكان أعضاء الجمعية الملكية على عكس ذلك يتجنبون الصنعة فى صوغ العبارات ، ويبتغون الوصول إلى المعرفة المجردة بحقائق الأشياء . ولقد تطلب وصف بحوثهم لغة واضحة محددة ولذا عملوا على صقل اللغة الإنجليزية وتحديد معانى ألفاظها لاستخدامها فى تسجيل الحقائق

العلمية أو الفنية بكل أمانة ، وكانوا يريدون إيجاد طريقة بها يزداد الإنسان على الدوام علماً بالطبيعة ، ويقول إن العلماء يمتازون بأنهم ينتفعون بجهود أسلافهم .

وكانت الجمعية تهدف إلى أن تكون عالمية تعمل على إيجاد فلسفة للجنس البشرى عامة غير مقصورة على مايهم الشعب الإنجليزى . وكان الزملاء يبغون جعل الجمعية الملكية المصرف العام والميناء الحر للعالم أجمع ، وهى سياسة لا أدرى إن كانت تتفق ومصالح تجارة إنجلترا أم لا ، ولكنى موقن من صلاحيتها فى الفلسفة .

وكانت الجمعية تقبل رجالا من كل صنف ومهنة . ولما قيل إن المركز الاجتماعى لجون جرونت يمنعه من العضويه قال الملك نفسه إذا وجدوا تجاراً آخرين مثله عليهم أن يقبلوهم دون ما ضجيج . ويقول سبرات إن هذا الحادث يدل على موقف الجمعية من الفنون اليدوية .

ومع ذلك كانت غالبية الزملاء من السادة الذين لم يكونوا فى حاجة إلى العمل . وكان لهذا الفضل فى صرفهم عن الجـــرى وراء المال . ومثل الأشخاص الذين يشغلون أنفسهم باستغلال بعض العمليات كمثل الحراس الذين يدعون السجين يهرب منهم وبذلك يضيعون الكثير نتيجة انشغالهم فى التقاط بعض الدريهمات التى سقطت من جيبه . إنهم يهتمون بالحصول على شىء تافه بينما الطبيعة بما فيها من كنوز عظيمة تفلت منهم . وبين هذه العبارة وعبارة نيوتن المشهورة عن بحر العلم الذى لم يكشف تشابهاً عظيماً .

ولقد كانت بحوثهم فى المعامل أفضل من الدراسة فى المدارس ، لأن القائمين بإجراء التجارب كانوا يتعاونون بينما الطلاب فى المدارس يجلسون ويستمعون . وتعلم الجهود التى تبذل فى سبيل إجراء التجارب التواضع ، بينما يؤدى الاستظهار السريع إلى الأنفة والغطرسة وحب الظهور . إن الذين يأخذون آراءهم من الغير يكونون عادة أقل تفكيراً من المكتشفين الابتكاريين . ولقد أتت الطريقة الحرة للبحث بنتائج أفضل من الطريقة الجامدة المقيدة بالنظم . وكان سبرات يرى أن

التعليم الفلسفى ليس ضروورياً للعمل التجريبى . وفى الحق أن فى وسع الهاوى الذكى أن يبز المحترف الذى يتقيد بنظم معينة كما يدل على ذلك تفوق جنود كرومويل.

ولقداستطاع العلماء بفضل ما أوتوا من علم بالطبيعة أن يعملوا على تحسين الطرق الفنية القديمة . وعلى الرغم من بعدهم عن الطب الجراحى أو مصانع الميكانيكيين فقد استطاعوا بفضل مالديهم من آلات أفضل ومواد أوفر وأيد أكثر وفهم أصح للعمليات الطبية والصناعية إعادة إجراء العمليات القديمة واكتشاف غـــيرها أهم منها بكثير .

ويقول سبرات إن الاستقرار الذى أعقب عودة الملكية شجع التجارة والصناعة ، وكان هدف الجمعية إعداد فلسفة تتفق وهذه الحال ، أى إعداد فلسفة تؤدى إلى النهوض بإنجلترا . ولقد حطمت الجمعية الحواجز الطبقية بين جميع الأفراد لتشجيعهم على دراسة الفنون المختلفة وتبادل المعلومات الفنيـة فيما بينهم . وأخـذت تتعمق فى دراسة المخترعات المفيدة ، ووضع منهج خاص خال من الخطأ لتكون إنجلترا سيدة العلم الغربى .

ولقد كانت إنجلترا كغيرها من البلاد المحاطة بالبحار ذات موقع ملائم للغاية لقبول الأسس التى تهيىء العلم الجديد ، وهى بهذا الموقع كانت مركزاً لكل مافى العالم من علم . وكان مناخها وهواؤها وتأثير سمائهـــا وتكوين دم أهلها وطبيعة تجارتها ، كان لابد لهذا كله أن يؤهلها تحت قيادة الجمعية الملكية لزعامة مدنية أوربا.

وكان أعضاء الجمعية بمنأى عن الخصومات التى يسببها عدم المساواة بين الأفراد والدسائس التى يحيكها الناس بعضهم لبعض ومن بيـــدهم مقاليد الأمور ، لأنهم اعتادوا ألا يعنوا إلا بالأشياء ، وكان من العبث أن يحاول واحد منهم أن يسمو على أقرانه بالكلام لأن نتائج التجارب هى التى كان لها كل تقدير دون حاجة إلى تعليق . ويقول فبلن إن اهتمام الزملاء بالأشياء والعمليات ألف بين قلوبهم ووحد أهدافهم وأبعدهم عن التفكير فى أمور السيادة .

وكان عمل الجمعية البحث الشاق المتواصـــل فى الطبيعة ، وكان أقل سهولة وجمالا من التدريس ، ولذلك كان التأنق فى السير يضايقهم كما يضيق الصـانع بأحسن ثيابه عندما يشتغل فى مصنعه . ولمثل تلك الأسباب تجنبوا زخرف القول فى وصف تجاربهم ورفضوا كل مغالاة فى التعبير وكل محسن فى الأسلوب ، وكانوا يعبرون عن أشياء كثيرة بألفاظ قليلة . وكانوا ينتظرون من كل زميل أن يستخدم أبسط الطرق وأخصرها وأبسطها للتعبير عما يراه . وكانوا يفضلون لغة الصناع والقرويين والتجار عن لغة الأدباء والمتعلمين .

ويلاحظ أن أثر العلم فى الفلسفة والأدب كان ظاهراً قبل ظهور نيوتن وأعماله ولم تكن المميزات التى امتـاز بها التفكير والكتابة فى نهاية القرن السـابع عشر وبداية الثامن عشر نتيجة لأعمال نيوتن العلمية المجيدة ولو أنهما ارتفعا بها . وأن طرق نيوتن فى التفكير ما كانت إلا ثمرة لحركة اجتماعية سبقته .

ولقد استطاع سبرات ومعاصروه الإلمام بالعلوم القديمة نتيجة لفهم طبيعـــة العلم التجريبى . ويقول إن دراسة الطبيعة عند الإغريق كانت عديمة الفائدة بالنسبة للجنس البشرى لأنهم كانوا يعتبرونها عملا اتخذه حكماؤهم يلهون به فى خلوتهم ، وإلا فما الذى استفاده عامة الناس منها ؟ وأى خير أتت به لأية مدينة أو مملكة فى العـالم ؟ هل استـطاع عمالهم وصناعهم الانتفاع بها مع أن مصـلحتهم يجب أن تـكون أهم مايعنى به ؟ ويندر أن يفهم واحد من هؤلاء الناس قوانين الأجسام لأرسطو منذ أن قال بها حتى العصر الحاضر .

ولقد كان لذلك نتائج سيئة ؛ فبينما سارت الفنون والصناعات فى طريق التقدم كان يعتور الفلسفة العقلية صدمات وتقلبات شديدة ، فبسقوط الإمبراطوريات كانت ثقافتها العقلية تتلاشى ولـكن الحرف كانت تبقى ، وذلك لأن الفلسفة العقلية كانت لاتمت بصلة إلى الحرف ، وكانت موضوعة بصورة يصعب فهمها على رجال الأعمال الذين لايستطيعون تـكريس كل حياتهم لها ، ولقد أدى هذا إلى الاعتقاد بعدم فائدتها . ولو كانت على صلة وثيقة بالأشياء المادية والعمليات الصـــناعية

لاستطاعت كالحرث وصناعة الحديد أن تجتاز سالمة عصـــور التقلقل والانقلابات الاجتماعية ، وأن الجمعية الملكية بوضعها الفلسفة فى مستوى عامة الناس ومتناول عقولهم ـ وكانت من قبل بعيدة عنهم ـ وضعتها فى حصـــن يعصمها من عاديات الزمن . وبإقامتها على أسس أمتن من آراء الفلاسفة وحدهم ، أى على كل أعمال الطبيعة ، وجعلها فناً من فنون الحياة التى لاغنى للناس عنه ضمنت لها البقاء على عكس ما كان عليه الحال فى الزمن الماضى ، فقد كاد نورها ينقطع بضياع دار الكتب وبالقضاء على لغة أو بموت عدد قليل من الفلاسفة ، لأن الناس سيحرصون عليها أكثر من حرصهم على عيونهم وأيديهم لما يلمسونه من الخيرات التى تدرها عليهم لتجعل حياتهم سعيدة .

ويقول سبرات بينما كانت الجمعية تدرس طرق تحسين مواد البناء وتصـــميم البيوت والأسقف والمداخن والمجارى والشوارع وأرصفة الموانى أصيبت لندن بالطاعون وشبت فيها الحرائق . ولقد دفعت هذه الكوارث الجمعية إلى مضاعفة الجهد للبحث فى النظام الذى تسير عليه الطبيعة . ولقد هيأت الوسائل الفنية الجديدة سبل الخروج من هذه الكوارث وكانت أكبر مشجع على ابتكار وسائل النجاة . ولهذا كان يبدو أن مصانع الميكانيكيين تزود الإنسان بأفضل فلسفة خلقية علاوة على الفلسفة الطبيعية . وكان رن وهوك وزملاؤهما يقولون ببناء مدينة جديدة فى أفضل بقعة فى كل أوربا للتجارة والسيادة وكان فى وسعهم أن يخططوا مركزاً عالمياً جديداً للتجارة والثقافة . وتحقيقاً لهذا الغرض أخذت الجمعية فى دراسة العالم دراسة صحيحة شاملة وكانت على إتصال بكبار العلماء فى كل الأمم فى الحرب والسلم ليمدوها بوجهات النظر الدولية . وسمح الملك بالاستمرار فى اتصالها بهيوجنز إبان الحرب الإنجليزية الهولندية .

ولقد أدى اختلاط العلماء بالتجار إلى زيادة روح الجد والمثابرة والنشاط فى العلماء هادئى الطبع ، وإلى مواصلة الجهود لتحسين الطرق الفنيـــة . وكانت أول محاضرات الجمعية فى الميكانيكا . وكان صوت الآلات الميكانيكية يسمع فى قصر الملك

فى هويتهول حيث تجرى التجارب الكيمائية تحت إشرافه . ومنح العلماء كثيراً من الامتيازات وأنشأ حديقة الأعشاب الطبية ، وفكر فى زراعة الفواكه والأشجار وفى بناء مرصد فى حديقة سانت جيمس ، وشجع كل تحسين فى صناعة السفن وأشرعتها وقواعدها وكل مايتصل بها . وكان على تمام الاستعداد ليكافئ من يبين كيفية اكتشاف خط الطول فى البحر ، وأسس المرصد الملكى فى جرينتش .

ولقد وجد سبرات أن مصدر النشاط الذى أوصى بكل هذه الأعمال كان فى الحركات الاجتماعية التى صاحبت الإصلاح الدينى والحرب الأهلية . وكانت قد أجريت تجارب قليلة فى عهد الملكة إليزابث لأن العلوم الإغريقية والرومانية لم تستوعب تماما ولم يتم الإصلاح الدينى . ولكن الحرب الأهلية « أيقظت العقول من غفوتها الطويلة ورقدة تراخيها ، وبعثت فى الناس روح الجد والنشاط وحب الاستطلاع » . وأتقن الناس علوم الأولين وكفوا عن المنازعات الدينية وأصبحوا على استعداد للعمل « لا بأعينهم فحسب بل وبأيديهم كذلك » .

وقد طلب إلى أعضاء الجمعية أن يقوموا ببحث شامل لكل المنتجات الطبيعية والصناعية فى كل بلاد العالم ، فجابوا الأرض لمعرفة ما هنالك من علوم وآراء فنية ، كما يفعل رجال الاتحاد السوفييتى فى هـــذه الأيام . وأعدوا بيانا بكل الحرف والصناعات والمصانع ، وذكروا فيه العمليات المختلفة والآلات والعدد والأدوات والأعمال اليدوية التى تستخدم فى تلك العمليات . وأعدوا بيانا آخر بكل مافى إنجلترا من حيوانات ونباتات ومعادن وأشياء طبيعية . ودرسوا النجوم والكواكب ، ورسموا خريطة لها، كما درسوا « طريقة معرفة خط طول أى مكان بواسطة القمر » وطرق تحسين صناعة المنسوجات المزركشة والحرير ، وبحثوا فى كيفية زراعة البطاطس وحاولوا الكشف عن « طريقة لصنع الحديد باستخدام الفحم الحجرى » وهى من العمليات الفنية الأساسية فى الصناعة فى العصر الحديث وعامل هام فى تقدم إنجلترا ، إذ أنها أراحت المشتغلين بصهر الحديد من الاعتماد على الخشب الذى ينقص إنجلترا . وحاولوا استعمال تراب الأنتيمون بدلا من الزيت فى الساعات.

وتمكنوا باستعمال زيوت التشحيم الجرافيتية فى المستقبل . ودرسوا صهر الرصاص الخام وفائدة الفحم الحجرى . وحاولوا تغيير طعم اللحوم التى تؤكل بتغيير طعام الحيوانات التى تمدنا باللحوم . كما حاولوا صنع النبيـذ من السكر للانتفاع بوفرة محصول السكر فى جزر الهند الغربية وللاستغناء عن الخمور الغالية المستوردة من الخارج

ورسم هوك خطة لرصد الأحوال الجوية بانتظام ، واخترع زمبرك الساعة . وصنع بتى سفينة ذات قاع مزدوج . ودرس برونكر طاقة المدافع بإجراء تجارب كثيرة فى ساحة هويتهول . وإن بحثه الدقيق أدى إلى التمييز بين الطاقة وقوة الدفع . واخترع رن فرناً ذا حرارة ثابتة وجهازاً لفقس البيض وآخر لحفظ الساعات فى درجة حرارة ثابتة لتعيين خط الطول . وبحث فى مكانيكية التجديف والإبحار والعوم والطيران ، وأجرى التجارب على نقل الدم . وبنى ديكارت آراءه فى قوانين الحركة على ما أجراه من تجارب بكرات التنس والبلياردو . وواصل رن تجاربه بالكرات وجعل ديناميكية التصادم واضحـــة لأول مرة ، ودرس ذبذبة الخطار (البندول) وتصور نظاما يشبه فى حركاته المجموعة الشمسية ، وبحث فى قانون الجاذبية . وكانت مناقشاته مع هوك وغيره أساسا طيبا لأفكار نيوتن . ويقول سبرات يحق لرن أن يقول إن قانون الحركة أعظم قانون لإقامة الأسس الأولى للفلسفة بأدلة هندسية ثم حاول تحسين استخـــدام المغناطيسية الأرضية لأغراض الملاحة . واخترع جهازاً لتسجيل حالة الرياح ودرجة الحرارة .

ولقد كانت مقدرة رن عظيمة كمقدرة ليونارد دافنشى ، إلا أن أساسها لم يكن عملا رائعاً واحدا يبهر الأبصار ، بل لما اجتمع له من مختلف العلوم والفنون . وقد انعكست على حياته جميع أوجه النشاط الإنسانى كما تقرأ فيها ما كان للمصالح العملية والاجتماعية من أثر فى تقدم العلم .

ويبحث سبرات فيما لأعمال الجمعية الملكية من أثر فى طرق التعليم ، ويشكو من أن التعليم على الطريقة الكلاسيكية لا يعد الإنسان للعمل لأنه يتبع منهجاً غير صحيح

ويعلم القوانين العامة قبل المسائل الخاصة، ويجعل الطلبة سريعى الاعتراض بدلا من أن يكونوا على استعداد لتأدية العمل بهمة ونشاط . ويجب أن يكون تعليم الأطفال عن طريق الحواس والذاكرة لا عن طريق العقل ، لأن أفضل علاج لعيوب التربية الأدبية هو التعليم عن طريق التجارب . وكل الناس يتساوون أمام حقائق الطبيعة . وينظر رجال العلم إلى الأشياء وهم فى مستواها لا فى مستوى أعلى منها . ولا ينظرون إلى العامل نظرة أصحاب السلطان والمراكز الاجتماعية . ولا يمكن للطبقات العليا من المجتمع أن تلم بأسرار الطبيعة أكثر من غيرها من الطبقات بفضل مركزها الاجتماعى وحده .

ومع أن الموضوعات التى يبحثها رجال العلم ليست دائما نفس الموضوعات التى تظهر على مسرح الحياة إلا أنها تشبهها إلى حد كبير . وتعدهم دراستهم للحياة العملية والعيش فى إنجلترا وليس فى أثينا أو إسبرطة . وعنايتهم الشديدة بالحقائق والمقاييس تنمى فيهم عادات الروية والدقة التى امتاز بها البورجوازيون ؛ وتجرى الأمور تبعا لقانون العلة والمعلول ، وتسير الطبيعة وفق نظم ثابتة . وقد يستنتج الإنسان أن عادات البورجوازيين تعدهم للعمل فى العلوم التجريبية ، وعندما يظهر المجتمع البورجوازى فإنه يعمل على النهوض بالعلوم التجريبية .

ويشبه سبرات باكون فى محاولته إثبات أن العلم لايناقض الدين ، ويقول إن معجزات المسيح تجارب إلهية . وفى عصره كانت تقوى التجار ظاهرة جداً ، ويقول إن الكنيسة الانجليزية والجمعية الملكية لهما رئيس واحد هو الملك ، وهما هيئتان غايتهما الإصلاح ، إذ تعمل إحداهما على إصلاح الدين والأخرى تعمل على إصلاح الفلسفة . وكل منها تفحص الأشياء وتتمسك بالجيد منها . وإذا كانت تعاليم الكنيسة فى إنجلترا تهدف إلى غير ذلك وتعادى البحث والاكتشاف وأى نوع من الميكانيكا فإنها لاتصلح لهذا الشعب وما أظهره من عبقرية فى هذا العصر . ولكن الله أسبغ فضله على هذه البلاد فسايرت الكنيسة النهضة بائتلافها مع الجمعية .

ويحق لنا فى هذه الظروف أن نتوقع تحسين طرق الصناعة . ولابد من النظر فى نتائج هذا التحسين وهل سيقضى على الصناعات التى ثبتت أقدامها . ويعتقد أن ذلك لن يحدث إذا ماطبقت نظريات العمل الصحيحة ، وأن أيدى العمال ثروة حقيقية وتوفيرها بالمخترعات الفنية واستخدامها فى أعمال أخرى سيزيد تلك الثروة . وعلى الصناع ألا يخشوا التعطل نتيجة لاستعمال المخترعات الجديدة .

وتنهض التجارة والصناعة بأسرع ما يمكن بتوجيه العلماء التجريبيين الذين يبتكرون حرفاً جديدة . وإذا ما أدخل بعض التعديل على فلسفة أفلاطون فيتلقى الميكانيكيون بعض الدراسات العقلية ويتدرب الفلاسفة على الأشغال اليدوية ليكون لهم مهارة الميكانيكيين ، فإن الإنسان يستطيع التكهن بأن الفلسفة ستصل إلى حد الكمال . وأن اكتشاف عوالم جديدة كان متوقعاً عندما يتم اختراع طريقة صحيحة لمعرفة خطوط الطول فى البحار . ولما كانت الجمعية يدرس هذه المسألة بعناية شديدة ، فإن حلها لم يعد عسيرا . ولقد أظهر المجهر من قبل عدداً كبيراً من الأشياء التى لم تكن تظهر للعين المجردة .

ويمكن تحسين الزراعة بإدخال نباتات جديدة . ومن المحتمل زراعة الكتان فى أيرلندا حيث الأراضى الواسعة التى لايمتلكها إلا الوحوش الضارية أو المحافظون الذين لا يقلون عنها وحشية .

وقديماً كانت المخترعات الفنية وليدة المصادفة أو الحاجة أو مطالب الترف ، وكان التطور سريعاً فى المبانى والملابس الغالية . ولم يكن هناك أى تحسين فى مواد البناء أو فى المخترعات الهامة مثل عربة النقل والمحراث . ويدل هذا الاختلاف فى التحسين على ظروف نشأة الفن ؛ فالأموال والأراضى عندما كانت فى أول الأمر مشاعة بين الجميع أصبحت موزعة توزيعاً عادلا لأن العظماء والأقوياء أو الحكماء كان لهم أكبر نصيب منها ، ثم عملوا على إغراء الآخرين أو إجبارهم على القيام بخدمتهم بأجسامهم . ومن ذلك نشأت فنون اللهو والترف ، إذ لم يقنع فريق من النـاس

بالحياة الطبيعية البسيطة ، واضطر الفريق الآخر إلى العمل باليد من أجل راحة سادتهم وليحصلوا على قوتهم .

وكان هذا أساس مخترعات السلم والحرب والمدن والقصور والطعام والملابس واللهو ، وهو الطريقة الطبيعية التى قامت عليها الفنون اليدوية . ومن الممكن تحسينها باكتشاف مواد جديدة وعمليات جديدة .

وليس من الممكن أن تقوم البحوث بغير المال ، ويقول الشعراء إن الحكمة تزدهر أحسن الازدهار فى الفقر ، إلا أنه ليس من المؤكد أن ذلك ينطبق على العلم . ومن حسن حظ إنجلترا أنه كان بها كثير من السادة الأغنياء المستعدين للإنفاق على التجارب ، وذلك لأنها كانت فى حماية البحر ، وكانت تجارتها وقواتها فى البحار يديرها العمال . ولقد مكن ذلك هؤلاء السادة من البقاء فى بلادهم والتمتع بالراحة والفراغ . وكانوا يقيمون فى بيوت فى الريف حيث الفرص الكثيرة لمشاهدة الطبيعة . أما السادة فى الممالك الأخرى كفرنسا وإيطاليا وألمانيا فكانوا قابعين فى عقر دورهم أو مدنهم أو كانوا يعملون كضباط فى الجيوش الكبيرة وليس لديهم من الفراغ أو الفرصة ما يمكنهم من إجراء البحوث التجريبية .

ولقد استفاد الإنجليز كذلك من تغير العادات الاجتماعية ؛ ففى الأزمنة السالفة كانت الطبقات الحاكمة لا تتحدث إلا مع خدمها وقلما كانت تسافر إلى البلاد الأخرى . أما فى هذه الأيام فالحكام يتوددون إلى الشعب مما زاد فى تبادل الأفكار . ولم يعد السادة يكرهون تقدم الصناعة والتجارة خوفا من تحقير الشعب لهم لأنهم أصبحوا يوقنون بأنهم استفادوا من الصناعة والتجارة أكثر مما جنوه من ألقاب الشرف .

ونشر سبرات كتابه القيم قبل انتخاب نيوتن بأربع سنوات وهالى بأحد عشر عاما لعضوية الجمعية . وقبل انضمام هذين العظيمين إلى الجمعية كانت الجمعية قد وضعت مشروعاً ضخماً لتقدم العلم لخير الإنسانية وقام الزملاء بتنفيذه إلى حد كبير . وتدل

كثرة الخطط التي وضعت والتجارب التي أجريت والأعمال التي تمت على أن التقدم لم يكن إلا نتيجة لحركة اجتماعية قوية ، وليس نتيجة إيحاء طارئ من بعض الرجال الموهوبين ، وعلى أن العصر كان عصر العبقرية . ولقد عمل نيوتن بكفاية لا نظير لها على تنفيذ وتوضيح الأفكار والطرق التي نشأت عن الحركة التي أدت إلى تكوين الجمعية الملكية .

ولقد كان لنجاحه نتائج طيبة وأخرى سيئة ؛ إذ ساعد العلماء على تركيز عنايتهم على بعض المسائل وعلى تخصص الجمعية في بعض الفنون . وأخذ حماس الجمعية القديم نحو البحوث المنتظمة لخير الإنسانية — وهو الذي أخذته عن باكون والذي أوحت به الحركة الاجتماعية — يتضاءل شيئا فشيئا حباً في المهارة الفنية . ومن المحتمل أنه لم يكن من السهل القيام برسم الخطط الاجتماعية للبحوث وإجراء بحوث معينة في وقت واحد ، ولعل الفصل بينهما كان وليد الحاجة . ويقول هاملتون إن بطء وتقدم العلم في نهـــاية القرن السابع عشر يتفق وأول وقف لارتفاع الأسعار منذ اكتشاف أمريكا ؛ فقد استمرت التجارة مربحة حتى نهاية ذلك القرن مما دعا مؤسسي الجمعية الملكية إلى التفاؤل ودفعهم إلى القيام بالمشروعات .

ولقد قام مرتون بعمل تحليل جميل قيم للصلة بين تقدم العلم في القرن السابع عشر والتقدم الصناعي وخاصة نمو الحركة البيوريتانية . وبين بالتفصيل أن تقدم العلم والفن والدين في هذه الحقبة من الزمن مرتبط بعضه ببعض ارتباطا لا تنفصم عراه ، وأن الظروف الاجتماعية هي التي تحدد الموضوعات العلمية العامة ، وأن العناية ببعض الموضوعات دون البعض الآخر يرجع إلى كفاية العلماء ونجاحهم فمثلا أثار بويل وهوك ونيوتن وهيوجنز ورن وهالي عناية شديدة بالطبيعة بما قاموا به من من بحوث عظيمة فيها ولكنهم مع ذلك لم يضيفوا كثيرا على ما كان موجودا من قبل .

وفي عام ١٦٦٧ كان عمر الجمعية لا يزيد على خمس سنوات ، وفي عام ١٩٤٠

كان عمرها ٢٧٨ سنة . ولقد حفلت حياتها بجلائل الأعمال العلمية ، إلا أن أجل ما قامت به ، كان فى الثلاثين سنة الأولى من حياتها . وأفضل ما تمتاز به الجمعية فى العصر الحاضر من صنع ذلك الزمن ، إلا أن بعض خصائصها الأصلية قد ذبلت منذ قرنين من الزمان . ولقد نسى العلماء — حتى عهد قريب — ما كان يعرفه باكون ومؤسسو الجمعية من صلة العلم بالمجتمع . وأن إحياء هذه المعرفة مرتبط بالتغيرات الاجتماعية المعاصرة ، وهى تعادل أو تفوق التغيرات الاجتماعية العظيمة التى حدثت فى إنجلترا فى القرن السابع عشر . ويدل عدم عناية الجمعية بصلة العلم بالمجتمع منذ نهاية ذلك القرن حتى يومنا هذا على الفكرة الثابتة عن علاقة العلم بالمجتمع طوال هذه الحقبة من الزمن .

٦٣

المشكلة الكبرى فى عصر الملاحة

كتب أندروما كاى فى كتابه المنشور عام ١٨١٠ عن خطوط الطول يقول : إن أى عمل يهدف إلى تحسين فن الملاحة يقابل بالرضا والاستحسان فى كل أمة تجارية . ولقد كان نمو التجارة التى تعبر البحار والمحيطات باعثاً قوياً على تحسين علم الملاحة . ويتوقف هذا على معرفة مكان السفينة من سطح المحيط . وإذا كانت الأرض على مرأى النظر ومعالمها واضحة يسهل تمييز بعضها من بعض ، فمن الممكن معرفة موقع السفينة بالرجوع إلى خريطة المكان المشاهد . أما إذا كانت السفينة فى وسط المحيط فإنه لا يمكن استعمال هذه الطريقة . وخير طريقة لتعيين موقع المكان تكون بواسطة خطوط الطول والعرض ، ولذلك فإن الملاح فى حاجة إلى الطرق التى يعرف بها تلك الخطوط إذا ما غابت الأرض عن نظره . ولما كان يبحر على سفينة متحركة صاعدة هابطة فوق الأمواج وتسير فى أجواء مختلفة الحرارة والضغط فإنه يحتاج إلى طرق تعطيه نتائج دقيقة رغم تلك الاضطرابات. ومن السهل إلى حد ما معرفة خط العرض إذا ماعرف ارتفاع الشمس والنجوم . وفى القرون الوسطى كان يعرف ذلك بواسطة آلة فلكية أولية تسمى المثلث المساح . ولقد بطل استعمال تلك الآلة بظهور المزولة عام ١٧٣١ . ولقد اخترعت المزولة فى أجزاء مختلفة من العالم على يد عدة أفراد فى وقت واحد تقريباً . فاخترعها نيوتن فى إنجلترا وجودفرى فى أمريكا ، وسبقهما هوك باختراع آلة تشبهها . وأهم ما فى المزولة المرايا التى تمكن المشاهد من تحريك الآلة حتى تنطبق صورتا نجمين معروفين ، وبذلك يستطيع أن يقيس بدقة مقدار الزاوية بين هذين النجمين ، وبها يستطيع الإنسان كذلك قياس

الزاوية بين الحافة السفلية لقرص الشمس وبين الأفق الظاهرى ونتائجها سريعة ودقيقة حتى ولو كانت ممسوكة باليد .

أما مسألة تعيين خط الطول فقد كانت أصعب من ذلك كثيراً ، وكان الحساب الوسيلة المباشرة لذلك . فكانت سرعة السفينة تقدر أو تقاس بإلقاء كتلة من الخشب فى البحر من فوق ظهر السفينة عند مقدمها وملاحظة الزمن الذى تستغرقه السفينة (وطولها معروف) فى المرور عليها . وبذلك يمكن حساب المسافة التى قطعتها السفينة شرقاً أو غرباً ومعرفة خط الطول . وفى أثناء عودة كولومبس إلى أوربا بعد اكتشاف الدنيا الجديدة أخذ يحاور أحد رجاله فى هل كانوا سائرين نحو جزر ماديرا أو جزر الخالدات ؟ وكان كل منهما ماهراً فى طرق الملاحة المعروفة ولكن تقديرهما لخط الطول كان يختلف بستمائة ميل . وفى الحق أنهما كانا لا يعرفان أين هما . وكان كولومبس يدعى أمام رجاله أنه يستطيع معرفة موقع السفينة بالضبط وكان حسابه لخطوط الطول غير صحيح، وكان يعتقد أن كوبا جزءاً من آسيا وأرغم البحارة على التوقيع على إقرار بذلك . وفى ذلك يقول جولد إنه حاول أن يمحو المحيط الهادى بما يأخذه على رجاله من إقرارات. ولقد نجم عن عدم إستطاعته تعيين خطوط الطول خسائر جسيمة فى البحار. فخسرت إنجلترا وحدها فى المدة بين عامى ١٦٦١ ، ١٧٢١ خمس قطع من أسطولها البحرى .

وعندما تسير سفينة موازية لخط عرض فإن الأجرام السماوية تحافظ على خط عرض ثابت ، ولكنها تعبر خط الزوال وتشرق أو تغرب مبكرة أو متأخرة فى نظر المشاهد على السفينة . ويمكن معرفة خط طول السفينة من الفرق بين الزمن المحلى فى المركب والزمن الأساسى عند خط زوال ثابت اتفق على الرجوع إليه عند معرفة الزمن مثل ذلك الذى يمر بجرينتش .

ولقد كان جاليليو أول من اقترح طريقة مقبولة لمعرفة الزمن المحلى فقـال « يمكن التكهن بخسوف أتباع المشترى وهو كثير الحدوث، ويمكن للشاهدين فى

جهات مختلفة من الأرض رؤيته فى وقت واحد تقريبا . وعلى ذلك يمكن معرفة خط الطول بمقارنة زمن الخسوف فى خط طول معروف بالزمن المحلى للخسوف كما يشاهد على السفينة ، ولكن ظهر أنه يتعذر العمل بهذه الطريقة لعدم استطاعة رؤية الخسوف إذا ما تحركت السفينة أقل حركة ولأسباب فنية أخرى .

وأدنى الوسائل للنجاح فى تعيين الزمن المحلى عن طريق مشاهدة الأجرام السماوية هى استخدام القمر فهو سريع الحركة بالنسبة لغيره ، إذ يقطع ما يقرب من اثنتى عشرة درجة فى كل أربع وعشرين ساعة وبذلك يتغير موضعه تغيراً كبيراً يسمح بالحصول على قياسات دقيقة . وإذا أمكن التكهن بصحة موضع القمر فإن مكانه بالنسبة للنجوم يبين الزمن المحلى . ولقد بذلت جهود كبيرة لجمع مشاهدات دقيقة عن حركة القمر ، ولهذا الغرض أنشئ مرصد جرينتش عام ١٦٧٥ . ولما عين فلامتيد مديرا للمرصد نصحه الملك شارل الثانى « أن يبذل قصارى جهده وعنايته لتصحيح جداول حركات الأجرام السماوية ومواقع النجوم الثابتة حتى يمكن معرفة خط الطول فى البحار لإتقان فن الملاحة » .

وكان وضع نظرية لحركة القمر مبنية على المشاهدات الحديثة يتطلب اكتشاف نظرية عامة لحركات الكواكب . ولقد قام بذلك نيوتن فى نظريته عن الجاذبية بعد إنشاء مرصد جرينتش باثنتى عشرة سنة . وكان يقول إن هذه أصعب مسألة عالجها، وكانت الوحيدة التى سببت له كثرة الصداع ، وذلك لأن الشمس والكواكب — فضلا عن الأرض — تجذب القمر مما جعل حركته معقدة للغاية .

ولقد اقترح ورنر فى عام ١٥١٤ استخدام حركة القمر فى تعيين خطوط الطول . وبعد قرنين من الزمان لم يستطع نيوتن إتقان استخدامها بل كان الخطأ فى استخدامها يصل إلى درجتين أو ثلاث ، أى مايعادل من مائة إلى مائتى ميل .

وفى عام ١٥٣٠ اقترح فرسيوس الفلكى الهولندى طريقة أخرى باستعمال ساعة دقيقة ، وكانت الساعات الممكن حملها قد اخترعت قبل ذلك بثلاثين عاما . ولقد سار

العمل بهذا الاقتراح بطيئاً لصعوبة صنع الساعات الدقيقة وكانت ساعات نورمبرج تخطئ ربع ساعة فى اليوم عن الزمن الحقيقى، بينما يتطلب تعيين خطوط الطول خطأً يقل عن ثانيتين . وكان هيوجنز أول من صنع ساعة لمعرفة خطوط الطول فى عام ١٦٦٠ ، وكان لها خطار (بندول) ليجعل سيرها أدق . ولكى يتقن ساعته حلل هيوجنز نظرية الخطار الرياضية ، وبحث فى أثر دوران الأرض وشكلها على حركته . ونشر هذا التحليل الذى يحتوى على أول نظرية صحيحة عن الحركات الدائرية عام ١٦٧٣ وكان عوناً كبيراً لنيوتن على اكتشاف النظرية العامة لحركات الكواكب . وإذا كان الزمن الذى يستغرقه الخطار فى حركته يختلف باختلاف المكان على سطح الأرض فلا فائدة منه فى تعيين خطوط الطول . ولذلك أصبح للمعرفة النظرية والعملية بالخطار وبمسائله الناتجة عن اختلاف الجاذبية وشكل الأرض وبنظرية الحركة الدائرية المرتبة الأولى من الأهمية لإمكان معرفة خطوط الطول . فأوفدت الأكاديمية الفرنسية للعلوم بعثة عام ١٦٦٠ إلى كايين فى أمريكا الجنوبية لقياس الزمن الذى يستغرقه الخطار الذى يدق الثوانى فى باريس . ولقد وجدت أنه يستغرق زمناً أطول . وفى عام ١٦٧٢ لاحظ رتشر أن خطار الثوانى فى باريس يؤخر يومياً دقيقتين وثمان وعشرين ثانية فى كايين . واستنتج نيوتن من ذلك أن الأرض تنبعج عند خط الاستواء . وهى شبه كروية وقطراها بنسبة ٢٣٠:٢٢٩ . ولقد أمر ملك فرنسا أن يقاس شكل الأرض بطريقة مباشرة فسافرت البعثات إلى بيرو ولبلاند السويدية عام ١٧٣٥ تقريباً وعادت بأرقام تثبت صحة قول نيوتن .

ويمكن إلى حد كبير اعتبار « البرنسيبيا » بحثاً نظرياً فى مسائل الجاذبية والحركة الدائرية وحركة الكواكب والقمر وشكل الأرض وحجمها لتحسين الملاحة . لكنها لم تأت بنتائج علمية مقبولة . وفى عام ١٧١٣ قال نيوتن إن نظرية القمر لا يمكن الركون إليها فى تعيين الموقع فى نطاق درجتين أو ثلاث أو من مائة إلى مائتى ميل . ويكفى فى ذلك ساعة دقيقة ولكنها لم تصنع بسبب حركة السفن واختلاف الحرارة والبرودة والرطوبة والجفاف واختلاف الجاذبية فى العروض المختلفة .

وفى عام ١٧١٢ أنشأت الحكومة البريطانية لجنـــة خطوط الطول وأصدرت قانوناً لمنح مكافأة تصل إلى عشرين ألفاً من الجنيهات للشخص أو الأشخاص الذين يكتشفون خط الطول ، واعتمدت الأموال اللازمة لتشجيع البحوث وإجراء التجارب . ولقد استمرت اللجنة فى عملها حتى عام ١٨٢٨ ، ودرست فى ١١٥ عاما كثيراً من المقترحات العملية . وتهكم عليها سويفت فى قصيدتى « الموسيقى وخط الطول » . ولقد أنفقت ما يقرب من ١٠١٠٠٠ من الجنيهات على المساعدات والمكافآت لمكتشفى خط الطول . وقامت حكومات أخرى بتقديم جوائز لهذا الغرض وكانت أول جائزة من فيليب الثانى عام ١٥٩٨ . . وربما كان ذلك نتيجة ذكريات الكوارث البحرية التى منى بها الأرمادا .

وركز المتســـابقون على الجوائز الإنجليزية جهودهم على نظرية القمر وعمل ساعات دقيقة . ودرس هالى جداول المشاهدات القمرية واكتشف أن دورة القمر تستغرق ثمانى عشرة سنة وأحد عشر يوما ، واستطاع بذلك أن يحدد حركة القمر فى دقيقتين . وأخذت نظرية القمر تتحسن شيئا فشيئاً.وفى عام ١٧٥٥ أخرج ماير جداول أتت بنتيجة صحيحة تقريبا . ومات عام ١٧٦٢ . وأعطت لجنة خطوط الطول أرملته جائزة مقدارها ٣٠٠٠ جنيه ، وأعطت أولر العالم الرياضى ٣٠٠ جنيه لما أدخله من تحسينات على نظرية القمر كانت أساسا لحساب ماير ، ولقد اختبرت الجداول فى رحلات إلى سانت هيلانة وجزر الهند الغربية . ونشرت اللجنة جداول ماير عام ١٧٩٦ كأول طبقة لتقويم الملاحة الذى يظهر سنوياً منذ ذلك التاريخ .

وفى الوقت الذى كان فيه الفلكيون يبحثون فى نظرية القمر كان صناع الساعات يحاولون عمل ساعات لا تتـــأثر بالحركة والحرارة والرطوبة والجاذبية ، وتكون دقيقة دقة تكفى لتعيين خط الطول . ولقد حل هذه المسألة أولا نجار من يوركشير يدعى جون هاريسون بعد تجارب استمرت أربعين عاما . ولقد قضى ستة أعوام فى صنع الساعة الأولى وأتم صنعها عام ١٧٣٥ وكانت تزن اثنين وسبعين رطلا ،

واختبرت فى رحلة إلى لشبونة وأتت بنتيجة طيبة ، فنح ٥٠٠ جنيه ليعمل ساعة أخرى ، فأتم صنعها فى عام ١٧٣٩ ، وكانت تزن مائة وثلاثة أرطال ، وأعطى خمسمائة جنيه أخرى لعمل ساعة ثالثة . ولقد استغرق صنعها سبع عشرة سنة وتمت عام ١٧٥٧ ، وكانت زنتها ٦٦ رطلا . ثم رأى أن يصنع ساعة رابعة كساعة الجيب الكبيرة وسماها « كرونومتر » وكان قطرها خمس بوصات وشكلها جميلا وكانت لا توضع على قاعدة لتبقى أفقية فى السفينة وإنما على وسادة فى علبة .

ولقد اختبرت فى رحلة إلى جميكا عام ١٧٦١ ، وأعطت خط الطول صحيحاً لأقل من دقيقتين فى الدرجة . وأصبح لهاريسون الحق فى الجائزة إذا أثبت أن عمله لم يكن وليد المصادفة . وكان هذا عسيراً وخلق نزاعا طويلا . وكان مسكلين مدير المرصد فى ذلك الوقت ، يميل إلى الأخذ بطريقة نظرية القمر ونصح بقبول جداول ماير . واختبرت ساعة هاريسون مرة أخرى فأثبتت أنها تقيس الزمن صحيحاً ، ولا تنحرف إلا خمس عشرة ثانية فى خمسة شهور . فأصبح له الحق مرتين فى الجائزة،إلا أن اللجنة لم تشأ أن تعطيها له إلا إذا أطلعها على كيفية صنع الساعة مع أن ذلك لم يكن مشروعاً فى قانون منح المكافأة . ولكنه تسلم نصف الجائزة التى مقدارها ٢٠٫٠٠٠ جنيه عام ١٧٦٥ وكان عمره ٧٢ سنة .

وكان عليه أن يصنع ساعتين أخريين ليبرهن على مقدرته الصناعية ، ومع ذلك أخـــذت اللجنة تماطل . وكان هاريسون قد بلغ السابعة والسبعين من عمره ، ولم يتسلم النصف الثانى وقدره عشرة آلاف من الجنيهات . ولكن جورج الثالث أصبح مولعاً بالســاعات وأمر باختبار إحدى السـاعتين اللتين صنعهما هاريسون أخيراً فى مرصده الخاص فى كيو . وكان يحضر المشاهدات اليومية ويظهر اهتماما شديداً لمعرفة أجزاء السـاعة واستعمل نفوذه فى إرغام البرلمان على إعطاء هاريسون النصف الثانى من الجائزة . وأخيراً تم ذلك فى عام ١٧٧٢ وهاريسون فى التاسعة والسبعين من عمره .

ولقد أثبت هاريسون أنه بالصبر ودقة الصنع يمكن عمل ساعات مضبوطة .

وبعد زمن قصير بطلت ساعات هاريسون ، وحل محلها ساعات لى روى (Le Roiy) الذى كان على علم بأصول صناعة الساعات الدقيقة أكثر من هاريسون ، وكان فى وسعه أن يحل المسائل التى لم يكن هاريسون على دراية بها . ولم تأت نهاية القرن الثامن عشر حتى كانت مشكلة إنتاج الساعات بأثمان معقولة قد حلت .

ولقد بقيت الساعة « الكرونومتر » الآلة الأساسية لتعيين خطوط الطول فى البحار حتى القرن العشرين ثم ، حل محلها الإشارات اللاسلكية العجيبة التى تبين فى الحال الزمن الأساسى فى كل بقعة على سطح الأرض .

وأصبحت النظرية القمرية المسألة العلمية الهامة فى القرن الثالث عشر وكانت موضع دراسة عميقة . ويقول ف. و. ديسون المدير السابق للمرصد : «لقد قضى كثير من علماء الرياضة الممتازين فى إنجلترا وفرنسا وألمانيا وأمريكا حتى عصرنا الحالى جزءاً كبيراً من أوقاتهم فى دراسة النظرية القمرية وخصصوا لها من الحساب والجبر أكثر مما خصص لأى مسألة أخرى فى الفلك أو الطبيعة أو الرياضة » .

ولم تكن تلك العناية من العلماء حباً فى اكتشاف حقيقة القمر وإنما لما كان للنظرية القمرية من أهمية فى الملاحة . وفى القرنين السابع عشر والثامن عشر لما كان المجتمع الانجليزى قائماً على التجارة والملاحة كان الفلك بسبب النظرية القمرية العلم المتصل اتصالا وثيقاً بالملاحة ، ومن ثم أصبح من أهم ما يدرس فى الجامعات . ولم يطغ عليه أى فرع من فروع الطبيعة حتى منتصف القرن التاسع عشر عندما أصبح للحرارة والكهرباء الصدارة فى العلوم الطبيعية . ولا بد أن يكون مقدار المخصص لنظرية الكهرباء من الحساب والجبر يقرب مما كان مخصصاً للنظرية القمرية أو يكون قد زاد عليه ، وليس هذا لأن العلماء أصبحوا مولعين بالكهرباء أكثر من ولعهم بالقمر ، وإنما لأن الكهرباء أهم من النظرية القمرية فى مجتمع أصبحت مشكلات الإنتاج الصناعى فيه أهم بكثير من مشكلات الملاحة البحرية .

٦٤

الرقيق الجديد

لابد أن يصحب تقدم التجارة تقدم الصناعة ، وأن يؤثر كل منهما فى الآخر ، ولكن قد تكون التجارة أحياناً العامل الأساسى فى التقدم الصناعى ، وقد تكون الصناعة أحياناً أخرى العامل فى التقدم التجارى ! . ولقد كانت التجارة فى المدة من القرن الخامس عشر إلى القرن السابع عشر صاحبة الفضل فى التقدم إذ تمتاز هذه الفترة باتساع التجارة مما أدى إلى زيادة إنتاج المواد الخام والسلع المتقنة ، واستغلت إلى أقصى حد ممكن الطرق القديمة المتبعة فى الزراعة والتعدين والصناعات اليدوية لتزيد الإنتاج حتى يوفى بالحاجات الجديدة، وأدخلت تحسينات فى السواقى وطواحين الهواء وكبر حجمها حتى لم تعد سهلة التناول ، وتعرضت للتوقف الطويل لحاجتها للإصلاح . ولما كانت هذه الآلات غير قادرة على سد المطالب المتزايدة ، وكان عدد الأماكن التى يمكن فيها الانتفاع بالقوى المائية محدوداً ، وكانت الريح ضعيفة وغير ثابتة نبذ بعض المنتجين تلك الآلات وكانت مستعملة باستمرار منذ نهاية العصور المظلمة ورجعوا إلى الرق رغبة فى زيادة قوى الإنتاج . وأكبر مثل لذلك اتساع نطاق استرقاق الزنوج فى جزر الهند الغربية والمستعمرات الانجليزية فى جنوب أمريكا الشمالية ، ولدينا أمثلة أخرى كثيرة،لذلك ظهر الرق ثانية فى أوربا فى القرن الثامن عشر على يد كبار الملاك بروسيا الشرقية . وعلق بيرن على ماللهذا الحادث من أثر عظيم فى تاريخ أوربا الحديث . فقد غير من تقاليد هؤلاء الملاك الذين كانوا يمدون الجيش الألمانى والحكومة الألمانية بعدد كبير من الضباط والموظفين . ولما أصبحت ألمانيا أمة صناعية حديثة فى النصف الثانى من القرن التاسع عشر ورثت

هذه الطبقة الحاكمة بتقاليدها الدكتاتورية . ولقد كانت سياسة ألمانيا الخارجية ، وهي سبب هام في قيام حرب عام ١٩١٤ من صنع هذه الطبقة ، كما أن هذه الطبقة بعينها هي التي ساعدت على إعادة الحكم المطلق بعد الحرب بمعاونتها هتلر على القبض على زمام السلطة السياسية.

ولم تكن الظروف الاجتماعية ملائمة بوجه عام في القرن الثامن عشر لعودة الرق إذ ظهر أن تحسين الآلات يهيء طريقاً أسرع لزيادة الأرباح . وكانت الآلات بصفة عامة في ذلك الوقت صغيرة وتعاون العامل على عمله معاونة ظاهرة . وكانت أحسن وسيلة لتحسين الآلات تشجيع العامل الذي يستخدمها .

ونادى المفكرون الاجتماعيون البعيدو النظر بالبدء بتحسين حال العامل فكثير ما يؤدي إلى تحسين الآلات وزيادة الإنتاج . ولقد أدى ذلك مع ما أثارته الديانة المسيحية من وجوب احترام الفرد أن أصبحت العودة لاستخدام الرقيق أمراً لا يرجى منه الخير . وأصبح الاختراع أكبر مصدر ترجى منه زيادة الإنتاج .

وتدل صناعة الفحم في بريطانيا على التقدم الصناعي الذي أتى عقب فترة الأسفار البحرية العظيمة . وأصبحت لندن ثغراً عظيماً،وكثر بها المشتغلون بالتجارة مع الهند الشرقية وقامت فيها . صناعات تلبية لطلبات هؤلاء التجار. ولقد كانت موارد الخشب في إنجلترا غير كافية للشئون المنزلية والصناعة وبناء السفن مما دعا إلى البحث عن أنواع أخرى من الوقود لتحل محله . ولقد ارتفع ثمن الخشب نتيجة لذلك . ومع أن الأسعار جميعها ارتفعت في المدة من منتصف القرن الثامن عشر إلى منتصف القرن السابع عشر إلى ثلاثة أمثال ما كانت عليه،إلا أن الخشب ارتفع إلى ثمانية أمثال ثمنه .

ولتلبية الطلبات الجديدة على الوقود زاد المستورد من الفحم من نيوكاسل . ولقد حرر هذا لندن من الاعتماد على مورد الخشب الضئيل بالطبيعة في إنجلترا ،

ومكن أهلهامن زيادة تركيز جهودهم على صناعات معينة ، كما مكن الصناعات من التركيز .

ويظهر أثر هذا التقدم فى إنتاج الفحم فى نيوكاسل من الأرقام التى جمعها « نف » وأشار إليها مرتون فقد ارتفع ما كان يصدر إلى لندن سنوياً من ٢٢٠ ألف طن حوالى عام ١٥٥٠ إلى ٦٩٠ طن حوالى عام ١٦٨٠ . وارتفع المحصول السنوى للفحم فى إنجلترا من ٢١٠ ألف طن إلى مليونين وتسعمائة واثنين وثمانين ألف طن .

ولم تكن هذه الزيادة فى محصول الفحم ظاهرة صناعية لامثيل لها . فقد زادت منتجات صناعات الملح والزجاج بحو خمسة عشر ضعفاً . وكان هناك تقدم مماثل فى صناعات الشب والزاج الأخضر وملح البارود والصابون ، والبيرة وحدث إنقلاب صناعى عظيم فى القرن الذى سبق « البرنسيبيا » ثم أتى عقبها قرن كان التقدم فيه بطيئاً ؛ فقد ارتفع المحصول السنوى للفحم من مليونين وتسعمائة واثنين وثمانين ألف طن حوالى عام ١٦٨٠ إلى عشرة ملايين ومائتين وخمسة وتسعين ألف طن حوالى عام ١٧٨٠ أى ثلاثة أمثال، بينما كانت الزيادة أربعة عشر ضعفاً فى القرن الماضى، إلا أنه ارتفع إلى ٠٠٠ر٠٩١٠ر٢٤١ طن حوالى سنة ١٩٠٠ . وبذلك كانت الزيادة فى القرن التاسع عشر تقرب من عشرين ضعفاً . ولقد كانت البحوث العلمية تسير بخطى مماثلة لما يطرأ على محصول الفحم من اختلاف . فكانت تسير بسرعة عظيمة حتى نهاية القرن السابع عشر ثم أخذت تبطىء نسبياً حتى نهاية القرن الثامن عشر ثم أخذت تسير بخطى سريعة مرة أخرى خلال القرن التاسع عشر . وصحب التقدم العلمى فى القرن السابع عشر انقلاب صناعى أقل قليلا فى عظمته من الذى حدث فى نهاية القرن الثامن عشر .

ولقد نجم عن زيادة محصول الفحم فيما بين عامى ١٥٥٠ ، ١٦٨٠ أن حدثت تغيرات نوعية وكمية فى صناعته . وحتى ذلك العهد كانت صناعة الفحم صناعة محلية يدوية ، يجمع فيها العمال بضعة أطنان من الفحم الظاهر على سفوح التلال أو شاطىء

البحر . أما الآن فقد أصبحت صناعة قومية ، وتنقل منه كميات كبيرة إلى مسافات عظيمة وتهيأت الظروف لنمو النظام الرأسمالى ولاختراع آلات التعدين التى تزيد الإنتاج .

ويظهر الاختراعات التى سجلت فى تلك الفترة مدى عناية المخترعين بمشاكل المناجم . ويقول نف إن ٧٥ ٪ من المخترعات البالغ عددها ٣١٧ المسجلة فى إنجلترا فى المدة مابين عامى ١٥٦١ ، ١٦٨٨ كانت تتصل بالمناجم بطريق مباشروغيرمباشر، وإن ثلاثة وأربعين منها كان لتحسين طرق نزح المياه من المناجم . وكان عشرون فى المائة من كل المخترعات التى سجلت فى الفترة بين عامى ١٦٢٠ ، ١٦٤٠ يعالج مسائل رفع المياه وصرفها . ونظراً لشدة الحاجة إلى الفحم والمعادن الخام زاد اهتمام الناس كثيراً بمسائل التعدين التى بحثها أجريكولا فى منتصف القرن السادس عشر ، ولما نفد الفحم الظاهر على سطح الأرض أصبح نزح المناجم العميقة أهم مسألة فنية وأضحت الوسائل القديمة لنزح الماء وتفريغ الهواء لاتفى بالغرض . وبدأ البحث عن وسائل جديدة لرفع المياه ، وأخذ المخترعون يحاولون الكشف عن طرق جديدة لدفع المياه فى الأنابيب . وكان هيرون الإسكندرى قد استخدم القوة الناشئة عن تمدد الهواء لدفع الماء فى النافورات، وحاول المخترعون فى عصر النهضة استخدام البخار لنفس الغرض ، وكانوا لا يفرقون تماماً بين الهواء الساخن والبخار ، وكان ليوناردو دافنشى قد بحث فى الضغط الناتج عن البخار ، ونشر دلابورتا الإيطالى الذى حذا حذوه فى عام ١٦٠٦ أول وصف لآلة استخدمت لرفع المياه بواسطة ضغط البخار، وكان الماء المراد رفعه يوضع فى صهريج تتصل به أنبوبة تتجه إلى أعلى . وكان الماء يندفع إلى الأنبوبة عندما يدخل البخار الآتى من مرجل الصهريج .

وكان البارود مصدراً آخر من مصادر تحريك الآلات . ولقد كانت معرفة خواص البارود من أهم أغراض الملوك الحربيين الذين أنشأوا الجمعية الملكية والأكاديمية الفرنسية للعلوم . وعندما عمل هيوجنز فى خدمة الأكاديمية الفرنسية عند إنشائها عام ١٦٦٦ وجه البحوث لمعرفة ما إذا كان من الممكن استخدام البارود

كمحرك للآلات ذات الاحتراق الداخلى ، واتخذ دنس بابن مساعداً له . ولقد وجد بابن أنه لا يستطيع استخدام الآلات التى تدور بتأثير قوة انفجار البارود « لأن خمس الهواء » يبقى فى الأسطوانة بعد كل انفجار ويمنع حدوث فراغ تام . فبحث عن مادة لا يتبقى منها شىء ، ورأى أنه يستطيع الحصول عليها من البخار الذى يمكن تكثيفه تماما إلى ماء ، وبذلك يمكن إخراجه بسهولة من الأسطوانة تاركا وراءه فراغا تاما . فصنع أسطوانة عمودية لها مكبس ، ووضع تحت الاسطوانة ناراً فتحول الماء إلى بخار ، ودفع المكبس إلى أعلى حيث تلقفه مقبض ، ثم ترك الآلة لتعود لحدث فراغ تحت المكبس ، ولما أطلق المقبض سراح المكبس اندفع المكبس إلى أسفل بتأثير الضغط الجوى . وبهذه الطريقة أمكن الحصول على الطاقة أو الشغل . ولقد نشر بابن عام ١٦٩٠ وصفاً لهذه الآلة التى هى الجزء الأساسى فى مفرغة البخار . وبينما كان بابن يعمل على اختراع المضخة ذات المكبس كان توماس سافرى من ديفونشير يستخدم طريقة دلابورت فى سحب الماء بواسطة ضغط البخار المباشر فى آلة سهلة الاستعمال . ومنح حق الاختراع عام ١٦٩٨ ، لأنه اختراع جديد لسحب المياه ، وتحريك كل أنواع الطواحين بقوة النار الدافعة التى ستكون ذات فائدة لتجفيف المناجم وإمداد المدن بالماء وإدارة كل أنواع الطواحين حيث لا ماء ولا رياح دائمة . وكتب مقالا عنوانه « صديق المعدن » بين فيه كيفية استخدام الآلة التى اخترعها لتجفيف المناجم .

ومن المحتمل أن سافرى انتفع فى اختراعه من قراءة كتاب المركيز ورسستر « قرن الاختراعات » الذى تكلم فيه بغموض عن الآلات . ويقول كتاب نشر فى فرنسا عام ١٦٦٤ إن المركيز صنع آلة يمكنها سحب أربعة دلاء كبيرة من الماء إلى علو ٤٠ قدما فى الدقيقة الواحدة .

عرض سافرى مضخته على الملك والجمعية الملكية عام ١٦٩٩ ، وكانت عبارة عن صهريج متصل بحوض ماء بواسطة أنبوبة . وكان البخار يدخل الصهريج ويكثف فيه . والفراغ المتكون يجعل الماء يندفع من الحوض إلى الصهريج بواسطة صمام

لا يسمح للماء بالرجوع . وفى ذلك الوقت يدخل بخار جديد الصهريج ويدفع الضغط الماء إلى أنبوبة « عمودية » تفرغه .

ولقد كان فى وسع سافرى أن يصنع مضخات لها قوة حصان واحد ، ويمكنها سحب الماء إلى علو خمسين قدما تقريباً بما يقرب من خمسين جنيها . ولم تنجح مضخاته الكبيرة للصعوبات الهندسية فى صنع صهاريج الضغط المتينة واللحامات . ولما أمكن التغلب على تلك الصعاب نتيجة لتقدم الفنون الهندسية استخدمت طريقته بنجاح وصنعت المضخة ذات الفراغين عام ١٨٧٦ ، ولا تزال مستعملة حتى الآن .

ويبدو أن سافرى طرح مخترعاته جانباً بمجرد حصوله على وظيفة رمزية عام ١٧٠٥ ، وكان هناك رجل آخر فى ديفونشير يسمى توماس نيوكومون يحاول اختراع مضخات بخارية ، وكان من تجار الحديد فى دارتموث ، ويمد مناجم القصدير فى ديفونشير بالآلات الحديدية . ولقد لاحظ فى زيارته لهذه المناجم ضخامة ما ينفق على مضخات التجفيف التى تديرها الخيل ، فأخذ يعمل على اختراع مضخة تدار بالنار لتحل محلها . ولقد بدأ فى ذلك عام ١٦٩٨ قبل أن يسمع شيئا من سافرى ، واستمر يجرى التجارب نحو عشر سنوات قبل أن يهتدى إلى اختراع المضخة التى يريدها . وكانت آلته تعمل عمل أسطوانة بابن بحركة ذاتية . وليس هناك أى دليل على أنه قرأ أى وصف لاختراع بابن ، وليس صحيحاً أنه كان يسترشد بآراء روبرت هوك .

وخلال قيامه بهذا العمل وفق إلى اختراعات أخرى ممتازة ، فاخترع جهاز الصمام الذى كان — إذا استثنينا الساعة — أول آلة ذاتية الحركة ، واستعمل الرشاشة الداخلية لتبريد البخار فى الأسطوانة بأقصى سرعة ، وصمام التصريف الذى يخرج الهواء المتحلل الذى طرده ماء المرجل عندما سخن .

ولقد وجد أنه لا يمكنه تسجيل اختراعه إذ سبقه سافرى الذى احتفظ فى

البراءة التى حصل عليها بكل حق فى الآلات التى تدار بالغاز ، ولذلك اشترك فى العمل معه وصنعا معاً آلة بالقرب من ددلى كاسل عام ١٧١٢ لتجفيف منجم فى ستافوردشير . ولقد كان هذا هو الباعث الحقيقى على خلق الآلة البخارية . وكانت الآلة تسحب مائة وعشرين جالوناً من الماء إلى علو مائة وثلاث وخمسين قدما فى الدقيقة ، وكانت مركبة مما لا يقل عن ستة وخمسين جزءا .

ولم يأت عام ١٧١٥ حتى كانت آلات نيوكومن مستعملة فى سبع مقاطعات فى إنجلترا ، واستعملت فى الخارج لأول مرة عام ١٧٢٢ فى شمنتز مركز صناعة التعدين التى وضعها أجريكولا . وفى عام ١٧٢٥ استخدمت فى اسكتلنــــدا وأنفق على إنشائها أكثر من ألف جنيه ، وكانت الأسطوانة أغلى أجزائها لأنها كانت تصنع من النحاس الأصفر وتبلغ تكاليفها ما يقرب من مائتين وخمسين جنيهاً .

ولقد أدت زيادة الحاجة إلى المصنوعات المعدنية إلى تشجيع البحث عن وسائل تقلل من نفقات إنتاج الحديد . وكانت الطريقة القديمة لصهر الحديد تعتمد على فحم الخشب ، ولكن كانت موارده وبخاصة فى إنجلترا غير كافية وباهظة النفقات . وعبثاً تكررت المحاولات لاستخدام الفحم الحجرى عام ١٧١٣ لما أتقن أبراهام داربى طريقة الصهر بواسطة الفحم الكوك المصنوع من الفحم الحجرى ، وهبطت تكاليف الأسطوانات اللازمة لآلات نيوكومن من ٢٥٠ جنيها إلى ٢٥ جنيها لما أمكن صنعها من الحديد بدلا من النحاس الأصفر .

وهناك صعوبات فنية كثيرة فى سبك الحديد . وتختلف أنواع الحديد تبعاً لتركيبه وطريقة تحضيره ، وقد درس ريومر Reaumur خواص الحديد والطرق العامة لصناعة الصلب . وأجرى عدة بحوث فى هذه الموضوعات عام ١٧١١ ، ونشر الأسرار المهنية لصناعة الصلب ، وكان عمرها فى ذلك الحين ألفى سنة ، واستخدم المجهر لتمييز أنواع الحديد وقسمه إلى عشرة أنواع ، وعرف أن الحديد الأشهب أفضل الأنواع للصب ، وأنه يصبح أبيض وهشاً إذا ما أعيد تسخينه ، وابتكر عدة اختبارات لمعرفة القوة والصلابة فى الحديد ، وبوجه عام أسس صناعة المعادن الحديثة القائمة على العلم .

ولقد كان ريومر على علم بكيفية صهر الحديد بالفحم الكوك دون أن يتصل بداربى ولكن رغم ذلك ، وبرغم بحوثه العلمية العظيمة فى صناعة المعادن ، كانت صناعة الحديد فى فرنسا عاجزة عن الانتفاع بأعماله الجيدة . وكان الضغط الاقتصادى لتقوم صناعة الحديد أشد فى انجلترا منه فى فرنسا . والتقدم الفنى يتبع الضغط الاقتصادى أكثر مما يتبع توجيهات عالم سبق بيئته الاقتصادية . ويبين تاريخ . ما قام به ريومر من عمل فى صناعة المعادن كيف أن العلم البحت يذوى إذا لم يكن على صلة وثيقة بحاجات المجتمع .

ولقد أنقذت مضخة نيوكومن صناعة الفحم فى نيوكاسل ؛ إذ حدثت فيضانات مدمرة فى نهاية القرن السابع عشر . ولولا هذه المضخة لغرق الكثير من المناجم إلى الأبد . وكانت ناجحة فى صناعة استخراج الفحم ولو أنها كانت محدودة الكفاءة ، لأنها كانت تسخن بالفحم الحجرى الردىء الذى لا يباع . وكانت أقل نجاحا فى مناطق استخراج المعادن مثل كورنوال حيث يستورد الفحم وبنفقات كثيرة .

ولم يدخل أى تحسين يذكر على هذه الآلة لمدة خمسين عاما . وصاحب الانحطاط فى الاختراع الهندسى الانحطاط العام فى درجه التقدم الفنى فى النصف الأول من القرن الثامن عشر كما سبق ذكره . ويبدو أن آلة نيوكومن كالبرنسيبيا تنتمى إلى القرن السابع عشر الذى تفجرت فيه ينابيع التقدم الفنى . ولما نفدت تلك الينابيع لم يحدث أى ابتكار عظيم فى الآلات حتى نهض المجتمع من جديد وطلبه . ولقد بدأ التقدم الصناعى الجديد فى منتصف القرن الثامن عشر ، وكان متصلا بصفة خاصة بصناعة المنسوجات . ولم يأت عام ١٧٦٥ حتى كان قد آن أوان لاختراع آلة جديدة ؛ ففى تلك السنة اخترع جيمس وات آلة بمكثف منفصل أدت إلى تخفيض نفقات الوقود نحو ٧٥٪ .

وكان وات يشتغل بصنع الآلات بجوار جامعة جلاسجو وكلفته الجامعة فى يوم ما بإصلاح نموذج لآلة نيوكومن كان قد طرأ عليه بعض الخلل ، وكان يستعمل كوسيلة للإيضاح لطلبة الفلسفة الطبيعية ، فأخذ يدرس الآلة دراسة دقيقة وأصلحها

وأدهشه ما رآه من كثرة ما تستهلكه من البخار ، وكان السبب فى ذلك ضرورة تسخين الأسطوانة فى كل مرة يراد فيها رفع المكبس وتبريدها فى كل مرة يراد إنزاله . ولقد دعاه ذلك إلى دراسة خواص البخار دراسة تجريبية . فوجد أن حجم البخار = ١٨٠٠ مرة حجم الماء عند نقطة الغليان ، وأنه إذا ارتفعت درجة الحرارة فوق درجة الغليان فإن ضغطها يزداد بنسبة هندسية . وإذا تحول البخار إلى ماء بارد فإن حجم الماء يزيد بمقدار السدس على ما كان قبل الغليان . ومعنى ذلك أن الحرارة فى رطل من البخار كانت قادرة على رفع درجة حرارة ستة أرطال من الماء إلى درجة الغليان . ولقد أذهلته هذه الظاهرة التى شرحها له جيمس بلاك أستاذ الكيمياء الذى كان قد اكتشف الحرارة الكامنة . ولما رأى أن سبب كثرة استهلاك البخار ، ومن ثم الوقود ، فى آلات نيوكومن راجع إلى تسخين الأسطوانة وتبريدها فى كل مرة لرفع المكبس وإسقاطه فكر مليا فى الطريقة التى بها يمكنه تجنب ذلك . ولقد اهتدى إلى الحل إبان تريضه يوم الأحد فى منتزه جلاسجو . « ولما كان البخار مادة مرنة فإنه يندفع إلى أى فراغ . وإذا وصلت الأسطوانة بإناء مفرغ من الهواء فإنه يندفع إليه ، وهناك يمكن تكثيفه من غير حاجة إلى تبريد الأسطوانة » .

وضع وات تصميما لمضخة تصورها فى مخيلته ، وكانت عبارة عن أسطوانة داخل غلاف البخار ومتصلة بالمرجل ، وكان هذا يحفظ الأسطوانة على الدوام فى درجة حرارة المرجل . وكان رأس المكبس معرضاً للبخار الصاعد من المرجل من حمام منفصل بدلا من تعرضه للجو كما فى مضخة نيوكومن . وكان قاع المكبس والأسطوانة الفارغة أسفله متصلين بالمكثف الخارجى ومن ثم متلصين بالهواء . ونظرا لاختلاف الضغط بين بخار المرجل والهواء ، وكان الجانب العلوى للمكبس يندفع إلى أسفل الأسطوانة بواسطة البخار . وبذلك استطاع وات إحلال البخار محل الهواء فى مضخة نيوكومن ، ويستعمل الآن ضغط البخار بدلا من ضغط الهواء .

ولما كان البخار الذى استعمله وات فى مضخته حل أولا محل ضغط الهواء، فإن ضغط البخار لم يزد إلا قليلا جداً على ضغط الهواء . ولقد قلل هذا من الصعوبات فى تصميم المرجل ، وجعل المضخة فى مأمن من التلف . وزاد وات قدرة المضخة على العمل فيما بعد بمنع وصول البخار إلى المكبس، مما أدى إلى تمدده ثم إلى زيادة قدرته على العمل ، إلا أنه سد الطريق أمام تقدم الآلة البخارية ذات الضغط العالى ذات المكثفات أو عديمتها .

استعمل ماثيو بولتن الآلة البخارية التى اخترعها وات فى الصناعة . وكان صانعاً يملك مصنعاً كبيراً فى برمنجهام التى تطورت فيها نظم الصناعة وطرق الإنتاج ، إذ هجر أصحاب الحرف اليدوية مصانعهم المنزلية لينتظموا فى مصانع . ولقد أدت هذه الظروف إلى تقسيم العمل وإلى زيادة الطلب على مصادر القوى لإدارة الآلات . وكان بولتن على علم تام بزيادة الطلب على الآلات البخارية وكتب عام ١٧٨١ « إن الناس فى لندن ومانشستر وبرمنجهام افتتنوا بالآلات البخارية » وفكر فى تسجيل آلة وات فى كل الممالك ليتقاضى أتاوة نظير استخدامها فى أى بقعة من بقاع العالم . فكانت لديه الفكرة الرأسمالية التى ترمى إلى السيطرة على العالم عن طريق القوة الصناعية بدلا من القوة الحربية .

وكان بولتن ووات يتقاضيان الرسوم مقابل الانتفاع باختراعها فى صورة نسبة مئوية مما يقتصد من الوقود بفضل كفاية آلتها . ولقد دعا ذلك وات إلى قياس العمل الذى تؤديه الآلات بكل دقة . فقاس متوسط عمل الخيل ، وحدد وحدة ثابتة لقوة الحصان . وعلى أساسها قاس عمل الآلات . وكجزء من هذا القياس العلمى لعمل الآلات اخترع آلة تسمى الدليل لتسجيل التغيرات فى ضغط البخار داخل الأسطوانة فى أثناء العمل . وكان هذا الدليل عبارة عن مكبس صغير مركب على زمبرك ويضغط عليه البخار فى الأسطوانة . وهناك مؤشر يثبت مقدار الضغط ، وهذا يبين التغيرات التى طرأت على الضغط فى الأسطوانة . وفى عام ١٧٩٦ عملا برأى زميله جيمس سذرن ركب فى المؤشر قلم رصاص ووضع تحته لوحة متصلة

بالمكبس الأصلى . فكلما تحرك هذا إلى الأمام والخلف وتحرك المؤشر إلى أعلى وأسفل تبعاً لتغير ضغط البخار فى الأسطوانة رسم القلم على اللوحة خطاً منحنياً يبين سجلا كاملا لتغيرات الضغط داخل الأسطوانة ويزود الإنسان بالمعلومات التى بها يمكن قياس العمل الذى أدته الآلة البخارية .

ولقد احتفظ بولتن ووات بسرية هذا الدليل ولم يعرف بصفة عامة حتى عام ١٨٢٦ عند ما أظهر بعض الصناع نموذجاً له مستعملا فى روسيا.

وإما أن يكون سادى كارنوت العالم الفرنسى قد علم باختراع الدليل الذى يقوم بعمل الرسم البيانى وإما أن يكون قد اخترعه هو أيضاً ، فإنه أخذ يحلل الرسم البيانى نظرياً لمعرفة أكبر مقدار من القوة يمكن الحصول عليه فى آلة وات من توليد كمية معينة من الحرارة فى المرجل . وكان كارنوت يظن أن الحرارة مائع ، وأنها تؤدى الشغل فى الآلات الحرارية نتيجة لهبوط درجة حرارتها من أعلى إلى أسفل قياساً على الساقية . وزيادة على هذا القياس الخاطئ كان قد ذكر أن انتقال الحرارة من جسم ساخن إلى جسم بارد بواسطة آلة مايؤدى إلى توليد الشغل ، بينما سريان الحرارة من الجزء الساخن إلى الجزء البارد من الموصل لا ينتج شغلا . ولذلك استنتج أن الشغل الذى تؤديه الآلة لابد أن يكون آتياً من التغيرات التى تطرأ على كمية الماء أو على حالته بتأثير الحرارة . ولذلك يقول ن القوة تتولد من تكرار إضافة الحرارة إلى الماء ثم سحبها منه فهى بذلك نتيجة لدورة من العمليات .

وكلما عظمت الخسائر من جراء توصيل الحرارة والاحتكاك والتسرب فى أثناء تأدية الشغل قلت كفاية الآلة البخارية . وكان العامل الثانى فى تحديد مقدرة الآلة البخارية هو الفرق بين المرجل والمكثف فى درجة الحرارة . ولاحظ كارنوت أنه لم يكن مصيباً كلية فى ظنه أن كمية الحر رة فى البخار كانت واحدة فى أول الشغل وآخره واكتشف خطأه فيما بعد ، ورأى أن الشغل لا يحدث نتيجة لهبوط الحرارة بل

لاستهلاكها . ومن ذلك حسب المعادل الميكانيكي للحرارة . ومات عام ١٨٣٢ وكان في السادسة والثلاثين من عمره ، ولم تنشر بحوثه حتى عام ١٨٧٨ .

ولم تفهم العلاقة بين الحرارة والشغل تماماً إلا بعد مضى مائة وخمسين سنة على اختراع الآلة البخارية عام ١٧١٢ ، ويرجع ذلك إلى عدم كفاية الآلة فى ذلك الوقت . وكان يستعمل قليل من الحرارة الموضوعة فيها حتى ظن المشاهدون أن الحرارة هى الوسيلة التى بها يؤدى الشغل وليست مصدره . ومن الصعب قياس ما يستهلك من الحرارة بدقة فى آلة بخارية . ولم يتم ذلك إلا عام ١٨٦٢ أى بعد مضى عشرين عاماً على إثبات تعادل الحرارة والشغل بطرق أخرى .

ولقد أدى استخدام القاطرة إلى زيادة العناية بدراسة الحرارة . ويقول أوزبورن رينولدز إن الآلة البخارية التى اخترعها نيوكومن ووات ساعدت على اكتشاف الأساس الميكانيكي للحرارة، وبذلك أدت إلى معرفة الشغل كمقياس للعمل الميكانيكي . ويجب أن يعزى نشوء العناية الفلسفية بالحرارة والشغل إلى استعمال القاطرة . ولم تكن الآلة البخارية مزعجة وكانت بعيدة عن أنظار الناس إلا إذا بحثوا عنها . أما القاطرة فكانت مزعجة ولا بد أن يراها الناس . ولم يأت عام ١٨٤٢ حتى كانت القاطرة مستعملة فى أوربا . وكانت موضع عجب وعناية المتقدمين فى السن من الأفراد الذين رأوها لأول مرة كما لا تزال موضع عجب الأطفال فى هذه الأيام . واسترعت انتباه الناس جميعاً حتى الفلاسفة الذين لم يدرسوا شيئاً أدنى من الكواكب .

ولقد أدخلت الطرق الهندسية لقياس الشغل فى علم الطبيعة على يد ج. ب. جول ابن أحد صانعى الجعة فى مانشستر . وكان والده قد عهد إلى جون والتر ليعلمه الكيمياء ليعده للعمل فى مصنعه . وعرف فى حداثة سنه شيئاً من المعلومات عن المضخات والآلات فى أثناء لعبه فى المصنع . ومع ذلك لم تكن بحوثه الدقيقة فى العلاقة بين الحرارة والشغل ناشئة مباشرة عن عنايته بالآلة البخارية إذ كانت قد

اكتشفت قوة محركة جديدة ألا وهى التيار الكهربائى . فنى عام ١٨٠٠ كان فولتا قد اكتشف كيفية توليد التيار الكهربائى . وفى عام ١٨٢١ بين فاراداى كيفية الحصول على دوران متبادل من مغناطيس وموصل . واخترع ستيرجن المغناطيس الكهربائى عام ١٨٣٥ ، والمحول عام ١٨٣٦ . وفى هذه السنة بدأ جول ، وكان فى الثامنة عشرة من عمره ـ يبحث فى إمكان صنع محركات كهربائية لتحل محل الآلة البخارية . وكان يعتقد خطأ أنه من الممكن زيادة قوة المغناطيس الكهربائى إلى ما لا نهاية . وكان يجهل الأثر الكهربائى للمقاومة التأثيرية الذى يمنع المحرك الكهربى من أن يصبح آلة دائمة الحركة .

ولم يستطع جول معرفة مقدار الشغل الذى تؤديه محركاته الجديدة من غير قياس دقيق للحرارة المتولدة فيها فى أثناء دورانها . وأوحى إليه تحليل النتائج التى وصل إليها بأن الحرارة والشغل والكهرباء والتآلف الكيميائى متعادلة ، وأن المعادل الميكانيكى للحرارة يساوى ٨٣٨ . واستنتج أنه لا يمكن أن تحل « الآلة الكهرومغنطيسية » التى تحركها بطريات فلتا المستعملة فى هذه الأيام محل آلة وات رغم عدم كفايتها ، لأن الشغل الذى يمكن الحصول عليه من رطل واحد من الفحم فى آلة وات يساوى تقريبا الشغل الناتج من رطل من الزنك تستهلكه البطاريات المولدة للمحرك الكهربائى . وكان الزنك أغلى بكثير من الفحم . ويقول رينولدز إن استخدام جول لطريقة المهندسين فى قياس الشغل الذى تؤديه المحركات الكهربائية وذلك بقياس مقدار الأثقال التى تستطيع رفعها فى زمن معلوم كان أول مثل فى الطبيعة للقياس بوحدات مطلقة . ولقد أدى استخدامه لتلك الطريقة إلى الدليل القاطع على بقاء الطاقة . ويعتبر ذلك أهم نتائج البحوث الطبيعية فى القرن التاسع عشر . واستخدم ماكسويل بعد ذلك الأفكار التجارية لوصف هذا الاكتشاف وقارن بين العالم المادى « ونظام الائتمان » . وكان تقدم الآراء الخاصة بالتبادل التجارى سبباً فى تدريب العقول على طرق من التفكير مكنتها فيما بعد من معرفة أن الطاقة لا تفنى .

ويرتبط اكتشاف بقاء الطاقة بفكرة القيمة التبادلية . ولا يمكن للرأسمالية

أن تعمل دون معرفة تامة بتعادل صور الطاقة المختلفة . وهذه المعرفة ضرورية لتحديد ثمن الفحم والكهرباء والغاز والعمل . ولابد عند بيع هذه السلع من تقدير قيمتها وإيجاد أساس تشترك فيه كلها ، وهذا الأساس هو الطاقة .

ولما وجد جول أن الحرارة تعادل الشغل الميكانيكى أدرك أن الحرارة فى الغاز قد تعزى إلى حركة الجزيئات المكونة له . ونشر بحثا عام ١٨٤٤ بين فيه أنه إذا كان هذا الفرض صحيحا فلابد أن تكون درجة الحرارة عند حوالى — ٤٨٠° فهرنهيت صفرا . وأيد صحة هذا الفرض بما أجراه من التجارب التى أثبتت أنه لا يحدث تغيير فى درجة الحرارة إذا ما سمح للهواء أن يتمدد بطريقة لا تجعل القوة الميكانيكية تزداد .

وبسط ماير فى ألمانيا النظرية الميكانيكية للحرارة من غير أن يتصل بأحد . وبدأ بمشاهدات طبية على جسم الإنسان . ويبدو لأول وهلة ألا علاقة لجسم الإنسان بالآلات البخارية ، ولكن ماير قام باكتشافاته محتذيا حذو لا فوازيه فى اعتبار جسم الإنسان آلة حرارية . وتلك فكرة أوحى بها تقدم الآلات البخارية .

ونظرا لما فرضه كارنوت خطأ فى بحثه من أن الحرارة لا تستهلك فى أثناء قيام المضخة بالعمل ، اعتقد علماء الطبيعة النظريون أن دورة كارنوت والتعادل الميكانيكى للحرارة غير ثابتين . وكان كلوسيس أول من أثبت عام ١٨٥٠ عدم صحة ذلك . ثم وصل كلفن إلى النتيجة التى وصل إليها كلوسيس بعد ذلك بعام دون أن يتصل به أحد .

وكان علم الحرارة يقوم على قانونين : أولهما أن الطاقة لا تخلق ولا تفنى ، والثانى أن الحرارة لا تنتقل من جسم بارد إلى جسم ساخن . وفتح هذا العلم الجديد ميدانا واسعا للبحث فى ناحيتين هامتين : أولاهما فى تحليل خواص الغازات ، والثانية فى تطبيق نظرية بقاء الطاقة على المظاهر العامة للعالم المادى . وكان كلفن يقول إن العالم

المادى يسير نحو درجة حرارة منتظمة وستصير الأرض فى المستقبل غير صالحة لسكنى الإنسان بتكوينه الحالى ما لم تطرأ تغيرات يستحيل حدوثها فى ظل القوانين التى يخضع لها العالم المادى فى هذه الأيام . ويقول لفرنج إن هذه النتائج دعت صحيفة سبكتاتور إلى تسمية الحرارة بالاشتراكية التى تسوى بين كل الأشياء فى العالم . وقال جول عام ١٨٤٣ « سيكون فى وسعنا أن نعبر عن جميع الظواهر الكيميائية بالأرقام لنستطيع التكهن بوجود مركبات جديدة ومعرفة خواصها » .

ولقد سار ويلارد جبس خطوات واسعة فى سبيل تحقيق هذا الغرض . وكان أسلافه قد بحثوا فى العلاقة بين الضغط والحجم ودرجة الحرارة فى البخار . وكانت نتائج بحوثهم مفيدة للمهندسين وليست للكيميائيين ، لأنهم يجرون بحوثهم بمخاليط من الموائع بدلا من موائع منفردة . وعلى يد جبس وسعت الديناميكا الحرارية المخاليط ، وبذلك أصبحت مفيدة للكيميائيين . ثم أخذ فى تعميم الرسم البيانى الذى يعمله دليل المهندسين . وبين أن من الممكن عمل رسومات بيانية أكثر ملاءمة لوصف الخواص الديناميكية الحرارية للمخاليط باستعمال خواص أخرى غير الضغط والحجم ودرجة الحرارة . فمثلا يمكن استعمال درجة التعادل والحجم لوصف الحالة الديناميكية الحرارية للمخاليط ، مثل المخلوط المكون من الثلج والماء وبخار الماء . وسار بخطوات واسعة نحو تحقيق غرض جول وبين كيف أن تكوين أجسام جديدة يمكن التكهن به فى مثل حالتى التسخين الشديد والتبريد الشديد . واستنبط قاعدة الأطوار المشهورة التى يخضع لها انفصال المركبات فى المخاليط . ولقد استفاد منه روزيوم فى تكهنه بوجود مواد جديدة ، وفى تفسيره لتركيب الصلب الذى هو عبارة عن مخلوط من الحديد والكربون . وبفضله زود فريث إنجلترا بكميات كافية من أملاح النشادر عام ١٩١٤ . ولولا الانتفاع بقاعدة الأطوار لخسرت إنجلترا الحرب .

أما استخدام الديناميكا الحرارية فى بحث حركة الجزئيات فهو استمرار لنظرية

قديمة ، فقداخترع ديموقريطيس والأيونيون الإغريق النظرية الذرية . إلا أن الأدلة التجريبية التي تؤيد هذه النظرية لم تظهر إلا في العصور الحديثة . ولقد أيدها باكون في تعليقاته القيمة على الحرارة بأنها حركة الجزئيات . واعتقد بويل في صحة النظرية من أقوال باكون . وبين نيوتن أن قانون بويل الخاص بضغط الغاز وحجمه يمكن استنتاجه رياضياً إذا كان الغازمكوناً من جزئيات. وأثبت دانيال برنولى عام ١٧٣٨ أن ضغط الغاز يتناسب مع مربع سرعته . ولقد أدى اختراع الآلة البخارية إلى البحث في خواص الغازات وفي آثار درجة الحرارة . وفي عام ١٨١٦ حصل هرباث على قانون أن حاصل ضرب ضغط الغاز في حجمه لابد أن يساوى ثلث مربع سرعة الجزئيات . وظن خطأ أن درجة حرارة الغاز تتناسب مع سرعة الجزئيات . وفي عام ١٨٤٦ قال واترستن إن سرعة جزئيات الغاز ليست كلها متساوية بسبب تصادمها وإن درجة حرارتها تتناسب مع مربع سرعتها . واستنتج الطاقة التي تستهلكها في دورانها ، ثم اكتشف أن متوسط مربع سرعة الجزئيات في المخاليط تتناسب عكسياً مع وزنها النوعى . إلا أن الجمعية الملكية رفضت هذا البحث العظيم ووضعته على رف محفوظاتها حيث اكتشفه رالى عام ١٨٩٢ .

واستنتج جول عام ١٨٤٨ من قانون هرباث أن الجزىء من الأيدروجين تحت الضغط الجوى وفي درجة تجمد الماء يتحرك بسرعة ٦٠٥٥ قدماً في الثانية ، ومع ذلك فقد كان معروفاً أن الجزئيات لاتجرى بتلك السرعة .

وإذ فتحت زجاجة نشادر في حجرة ما فإن رائحتها لاتظهر إلا بعد مضى عدة ثوان ، فالجزئيات رغم سرعتها تتعطل في سيرها نتيجة لتصادمها مع غيرها من الجزئيات ، وعلى ذلك يتوقف انتشار الغازات على المسافة بين جزئياتها علاوة على سرعتها . ووصف كلوسيس هذا العامل بأنه المسار الحر . ولكنه كان يظن أن سرعة الجزئيات منتظمة وهذا غير صحيح . ولا يمكن أن تتقدم نظرية الحركة في الغازات إلا إذ أمكن تقدير السرعة الحقيقية لأى جزء يختار كيفما اتفق . ولقد اقترح كلارك ماكسويل طريقة لتقدير ذلك بالاستعانة بنظرية الاحتمال الرياضية . ومع

أن حله لم يكن كله صحيحاً إلا أنه وضع وهو لا يدرى أساس الميكانيكا الإحصائية.
ومنذ ذلك الوقت أصبح لنظرية الاحتمال شأن عظيم فى تفسير الظواهر الطبيعية
وظهرت آراء عن نظرية الكم فى بحوث بولز عام ١٨٨٧ واقترح ، بلانك النظرية
عام ١٩٠٠ ليفسر طريقة إشعاع الحرارة والطاقة من الأجسام السوداء.

ولقد افترض ماكسويل أنه بمرور الزمن تسير مجموعة من الجزئيات بجميع السرعات الممكنة. ولقد بين شارل داروين أن هذا الفرض لم يقم عليه دليل ، ولذلك فمن الواجب البحث عن فرض جديد إذا ما أريد بحث المسألة بحثاً طبياً ، وهذا ما فعله ويلارد جبس باختراعه « المجموعات القانونية » إذ بحث فى مجموعات من الجزئيات بدلا من البحث فى حركات مختلف الجزئيات فى فترة من الزمن. وكانت كل مجموعة من الجزئيات وسرعات أعضائها مستقلة تماماً عن المجموعات الأخرى ولكنه اختار المجموعات مما بينها علاقة ملائمة . ثم افترض بعد ذلك أن خواص الغاز كخواص المجموعة. والمجموعة القانونية هى تلك التى تقوم بجميع حركات الغاز الممكنة فى درجة حرارة واحدة.

وفى هذه العملية يبدو أن جبس يبحث فى الغازات كما لو كان فى عدة حالات مختلفة فى وقت واحد. ولم يأخذ علماء الطبيعة المتشبعين بآراء نيوتن بهذه الطريقة إلا أن مبدأ الشك أثبت أنه كان بعيد النظر جداً. وتبحث خواص مجموعات من الإلكترونات والنوى فى نظرية الكم الحديثة باتباع فكرة المجموعات. ثم إن جبس سار بفكرته إلى ماهو أبعد من ذلك ، فوصف مجموعات ذات عدد ثابت من الذرات الصغيرة كأنها مجموعات صغيرة، واعتبرها أجزاء من مجموعات كبيرة عدد ذراتها غير محدود ، ولم تستخدم هذه الفكرة فى الطبيعة ، إلا أن داروين يعتقد أنها ستمكن من حل أصعب المسائل التى لم تحل للآن .

وإن دراسة الغازات التى أوحت بها المضخة والآلة البخارية لما دفع الخيال إلى تخطى الحدود الحالية للمعرفة، وإن الملايين العديدة من الجزئيات الطائرة داخل أسطوانات الآلات البخارية لهى أرقاء العصر الحديث الذين حلوا محل الأرقاء الذين استخدموا قديماً فى الإسكندرية وروما للقيام بالأعمال الشاقة. ولقد نشأ عن دراسة سلوكها جزء كبير من العلوم الحديثة .

٦٥

الجمعيـــة القمرية

ولقد صحب الزيادة السريعة فى إنتاج الفحم والمواد الخام فى القرن السابع عشر تقدم عمليات صقل وتجميل المصنوعات . ولما كانت عمليات صبغ الأقمشة ومعالجة المعادن الخام تحتاج إلى الأحماض ، فقد اشتدت الحاجة إليها فى بداية القرن الثامن عشر ، ولكن كان ثمنها مرتفعاً . وكانت الأحماض تحضر فى أول الأمر لسد حاجات مستخرجى الذهب وتجار العقاقير ، ولذلك لم يكن لارتفاع أثمانها أهمية فى نظر أمثال هؤلاء ، لحاجتهم منها قليلة وثمن منتجاتهم مرتفع جداً . وكان حامض الكبريتيك — وهو أكثر الأحماض استخداما فى الصناعة — يحضر بتقطير الزاج بالطريقة التى اتبعها العرب قديماً بتكثيف الأبخرة المتصاعدة من احتراق الكبريت تحت إناء زجاجى مكشوف على هيئة ناقوس . وفى نهاية القرن السابع عشر أدخل ليمرى تحسيناً على هذه الطريقة بأن أجراها فى حيز مغلق . وفى عام ١٧٣٦ استخدم جيمس وارد أجهزة التفاعل الزجاجية الكبيرة التى تسع الواحدة منها ستة وستين جالونا ، فأمكنه بذلك تحضير الحامض بكميات كبيرة فهبط سعره من شلنين ونصف للأوقية الواحدة إلى شلن واحد وستة بنسات للرطل .

وفى عام ١٧٤٦ تمكن جون روبك فى برمنجهام من تحضيره بطريقة أدت إلى جعل سعر الرطل منه ستة بنسات . وأخذ صانعو المواد الكيميائية فى بريطانيا يصدرون كميات كبيرة منه تفى بحاجة العالم تقريبا علاوة على سد حاجة الصناعة المحلية . واستعان روبك بالكيميائى جوزيف بلاك فى اختراع طريقة لصنع القلويات بتحليل الجير بملح البحر ، ولكن هذه الطريقة لم تنجح . عندذلك طلب من جيمس

وات الذى كان قد اخترع منذ عهد قريب المكثف المنفصل للآلة البخارية أن يعاونه فى بعض البحوث الكيميائية المتصلة به ، وكان قد عرفه عن طريق بحوثه فى القلويات . وكانت صناعة استخراج الفحم قد بدأت تتقدم على يديه فى اسكتلندا . ولكنه كان فى حيرة من أمر الماء فى المناجم . ولذلك لم يكد يسمع عن آلة وات حتى شغف بها . وكان وات مدينا لبلاك بنصائحه العلمية ومساعداته المالية إلا أنه كان فى حاجة إلى تعضيد مالى أكثر مما كان يستطيعه . ولذلك تعهد روبك بتسديد ديونه ومساعدته ماليا مقابل اشتراكه فى حق اختراع الآلة البخارية . ولكن حالة روبك المالية ساءت إبان الأزمة الاقتصادية التى حدثت عام ١٧٧٠ وعجز عن إمداد وات بما يحتاج إليــه وأفلس عام ١٧٧٣ وباع نصيبه فى حق الاختراع إلى بولتن الذى كان أقدر منه فى ميادين الصناعة .

وكان جيمس وات كيميائيا قديراً ، فضلا عن علو كعبه فى العلوم الهندسية ، ولم يقنع بالآلة التى اخترعها بطريقة تجريبية . وفى الواقع لم يكن ليتيسر له اختراع المكثف المنفصل دون الاستفادة من علم الحرارة الجديد الذى خلقه بلاك ، لذلك عكف على تحليل الأسس التى تقوم عليها آلته وأخذ يبحث فى خواص المواد المستخدمة فيها مما أدى إلى دراسة خواص البخار من الناحيتين الطبيعية والكيميائية . وبحث فى التركيب الكيميائى للماء وأضاف إلى بحوث شيل وبريستلى وكافندش فى هذا الموضوع . ولقد كان لوات تأثير عظيم مباشر فى الصناعات الكيميائية فى بريطانيا . فقد أدخل فى جلاسجو طريقة قصر الأقمشة بواسطة الكلورين وهى الطريقة التى اقترحها برثوليت . ولقد عاقت صعوبة الحصول على محاليل الكلورين العمل بهذه الطريقة . إلا أنه فى عام ١٧٩٩ تغلب شارل تنانت فى جلاسجو على هذه الصعوبة بنجاحه فى تحسين مسحوق إزالة الألوان . ولقد جذب تقدم الهندســة والكيمياء فى برمنجهام إليهما العلماء وأوجد مجالا لمواهبهم ، وكان فى مقدمتهم ماثيو بولتن الذى ألف بين قلوبهم بسعة صدره وحسن لباقته حتى أصبحوا أصدقاء وكون منهم جماعة لها من القوة الذهنية مايفوق بكثير ما لكل فرد على حدة . وكان أهم المؤسسين لهذه الجماعة بعد بولتن ، إرزمس داروين

وويليام سمول . وسمو مكانة داروين معروفة ، فهو الذى اخترع نظرية النشوء والارتقاء وصنع آلة ناطقة ، هذا إلى أنه جد تشارلس داروين ، وكان ويليام سمول لا يقل عنه رفعة وإن كان دونه شهرة ، وكان طبيباً فى جلاسجو واشتغل أستاذاً للفلسفة الطبيعية بضع سنوات فى كليـة وليمزبرج فى فرجينيا ، وكان توماس جفرسن أحد تلاميذه وكتب فى تاريخ حياته أن سمول « حدد مصيرى » . ولما وجد سمول أن مناخ فرجينيا لا يلائمه رجع إلى إنجلترا . وقدمه بنجامين فرانكلين إلى بولتن ، وأقام فى برمنجهام حوالى عام ١٧٦٥ مؤملا أن يكون كبير أطباء المدينة ، وهو من جلاسجو وصديق قديم لجيمس وات . ولما رأى عناية بولتن بالآلات أثنى على وات أمامه ، وأخذ يعمل فى غير ملل لمدة ست سنوات متواصلة ليكون شركة بينهما ، ولقد تم له ما أراد عام ١٧٧٤ ، وعند ذلك أقام وات فى برمنجهام . ولقد كان تسجيله لاختراع المكثف المنفصـل عملا بنصيحة بولتن وسمول مع أن هذه النصيحة كانت فى الواقع لا تدل من الناحية الفنية على مهارة .

وكان بولتن وداروين وسمول وأصدقاؤهم يتناولون طعام العشـاء بين وقت وآخر فى منزل واحد منهم . ونظموا اجتماعاتهم بحيث تكون فى الليالى القمرية ، وكان ويليام مردوك مخترع غاز الإضاءة أحد أعضاء هذه الجمعية التى كانت تعنى بأمور الإضاءة ، وكان الأعضاء الآخرون هم : جيمس وات ، وجيمس كير صانع المواد الكيميائية ، ودكتور ويليام ويذرنج الذى بين أهمية الديجيتال الذى تستعمله النساء القرويات فى علاج مرض الاستسقاء ، وجون باسكرفيل صاحب مسبك الحروف المشهور ، وتوماس داى مؤلف كتاب Sandford and Merton الذى أصبح بهذا الكتاب من أهم من خلقوا فى القرن التاسـع عشر أسس العلاقة بين الطبقات العليا والدنيا فى المجتمع ، و د. ل. إدجويرث ، و د. ا. جونسون ، وصمويل جالتن ، ودكتور ستوكس .

واستقر جوزيف بريستلى عام ١٧٨٠ فى برمنجهام ، وكانت زوجته أخت جون ولكنسن ابن مخترع المروحة البخارية لصهر الحديد . وكان جون ولكنسن

مخترع الآلة التى يمكن بها ثقب الأسطوانات الحديدية والمدافع الكبيرة . وبفضل هذا الاختراع حلت الأسطوانات الحديدية الرخيصة محل الأسطوانات النحاسية الغالية فى الآلات البخارية .

وكان جون ولكنسن وأخته زوجة بريستلى من المخالفين تماما لتعاليم الكنيسة الدينية . وتقول زوجة شيمل بننك ابنة صموئيل جالتون إن زوجة بريستلى كانت صديقة أمها الحميمة ، وكانت قوية الإرادة ثابتة العقيدة مخلصة فى أداء واجبها .

ولقد كان بريستلى رجلا متدينا وكان جذابا جميل المحيا ، بسيطا طيب القلب . وتقول عنه زوجة شيمل بننك : « كان يبدو فى خشوعه أنه مع الله،وفى بشره أنه مع البشر » وهى تقول إنها لا زالت تذكر اجتماعات الجمعية القمرية فى منزل والدها فى أيام طفولتها . وكان بولتن « طويل القامة نبيل المظهر ، هادئ الطبع وقوراً ، صريحاً فى قوله كريم الخلق ، وكان يدير المناقشات بما له من شخصية قوية ومركز عظيم فى نفوس الأعضاء . إنه خلق ليحكم فى وقار » . وكان وات « دائم التأمل منطويا على نفسه قوى الملاحظة دائباً على العمل . وهو من أحسن النماذج لإنسان دائم الوجوم . وكان هزيل الجسم شاحب اللون إلا أن مواهبه العقلية كانت عظيمة ، وكان رأسه بوجه عام إما مائلا إلى الأمام أو متكئاً على يديه فى تفكير . وكانت كتفاه منحنيتين وصدره غائراً . وإذا دخل مكانا ما التف حوله الناس نساء ورجالا وأطفالا . وكانوا يستشيرونه فى مسائل عملية . وعلم الباريسيات العصريات كيفية صبغ الملابس وتنظيف المداخن كما علم زوجة بننك « كيفية صنع الآلات الموسيقية كالعود والقانون » . وإنها لتذكر « أنه أرشد فنانا سويديا مشهوراً إلى أن أفضل الفرش للرسم تلك التى تصنع من شوارب الجرذان » وتقول : « فى ليلة ما بينما كان القمريون — كما كان يسميهم خادمنا — يتناولون طعام العشاء والنار موقدة فى الحجرة دهشنا إذ سمعنا صفيراً خفيفا ، ورأينا حية جميلة كبيرة سوداء اللون بها خطوط صفراء تسعى فى قلب الحجرة . ولما رأت أمى أنها غير سامة قالت لى اذهبى وامسكيها ، فأمسكت بها بعد عناء . ثم أخذ المجتمعون يتساءلون عن المكان الذى أتت

منه ، وعندئذ تذكر دكتور ستوكس أنه وهو آت إلى البيت رآها متجمدة على الشاطىء فوضعها فى جيبه ليشرحها فيما بعد ولكنه نسيها . ولما شعرت بالدفء دبت فيها الحياة وأفلتت .

ولد جوزيف بريستلى عام ١٧٣٣ بالقرب من مدينة ليدز . وكان والده يشتغل بحياكة الملابس ، ودرس الدين ليعمل على إصلاح تعاليم الكنيسة ، ثم درس العلوم عام ١٧٥٨ ، وشجعه بنجامين فرانكلين عام ١٧٦٦ على كتابة تاريخ الكهرباء ، فأعاد إجراء التجارب التى وصفتها الكتب والتى اطلع عليها ليقف على مدى فهمه لها ، ثم ماقتئ أن وجد نفسه يقوم بمشاهدات جديدة ويجرى تجارب جديدة . وفى عام ١٧٦٧ عين فى وظيفة دينية فى ليدز فوهنت بحوثه العلمية ، ولكنها نشطت على أثر زيادة فرانكلين عام ١٧٧٢ . وكان يسكن بجوار مصنع للجعة فبحث فى الغاز الناتج عن التخمر وبين إمكان ذوبانه فى الماء بتأثير الضغط . وسرعان ما استخدم معلوماته عام ١٧٧٢ فى اختراع ماء الصودا . ولقد استرعى هذا ، نظر كثير من الناس ، ثم أدخل تحسينات على الحوض الغازى لجمع الغازات فوق الماء وأدخل طريقة جمع الغازات فوق الزئبق مما مكنه من البحث فى الغازات التى تذوب فى الماء . واكتشف أكسيد النيتروز وكلوريد الإيدروجين والنوشادر وثانى أكسيد الكبريت . وبحث فى الأكسيجين وأول أكسيد الكربون . ولو أنه لم يعرف وقتها أنهما يختلفان عن الغازات الأخرى ، واكتشف أن الهواء الذى أفسده التنفس أو الاحتراق يمكن تجديده بزرع النعناع فيه ، واستنتج من هذا أن النيران والحيوانات والأشياء النتنة لا تفسد الجو لأن النباتات تجدد نقاء الهواء .

وفى عام ١٧٧٣ قبل وظيفة الرفيق العلمى للورد شلبيرن وأقام فى قصره فى ولتشير ، وهناك تابع بحوثه واكتشف غاز الأكسجين عام ١٧٧٤ ، وكان شيل قد اكتشفه قبل ذلك إلا أنه لم ينشر بحثه .

واستنشق بريستلى الغاز الجديد وأوصى باستعماله فى الطب ، ولقد أثارت النتائج التى وصل إليها شدة البحث فى الغازات وفى أثرها الطبى مما هيأ الفرصة لهمفرى دافى وأدى إلى اكتشاف الغازات المخدرة .

ضاق بريستلى ذرعاً بالمنصب الذى يشغله عند شلبيرن ، وجذبته برمنجهام إليها لما عرضت عليه وظيفة قسيس ولوجود الجمعية القمرية فيها . وكان بولتن وداروين وودجوود يقومون بالإنفاق على بحوثه من أموالهم الخاصة . ويقول بريستلى فيما بعد « إن المدة التى قضيتها فى برمنجهام كانت أسعد أيام حياتى إذ مكنتنى من متابعة الدراسات التى أهواها فلسفية كانت أو دينية ، وكان يسعدنى اتصالى بمهرة العمال وعظماء العلماء فى الكيمياء ، وخاصة مستر وات ومستر كير ودكتور ويذرنج » .

وأثبت فى عام ١٧٨١ أنه إذا مرت شرارة كهربائية فى مزيج من غازى الأكسجين والإيدروجين فإنهما يتحدان مكونين قطرات من الندى . وأرسل وات هذه النتيجة إلى كافندش الذى أخذ - بموافقة بريستلى - يبحث فى الموضوع مما وضح حقيقة تركيب الماء .

وكانت المناقشة فى الجمعية القمرية حرة للغاية . وكان طالبو الانضمام إلى الجمعية لا يقبلون إلا إذا كانوا يستطيعون البحث فى أحدث الآراء الجديدة التقدمية بكل هدوء . وكان الأعضاء يراسلون بيرثوليت وغيره من قادة العلم الحديث فى فرنسا . ولما قامت الثورة الفرنسية ونشأ عنها تغيرات اجتماعية تتبعوها بعناية وحماس . وأوقف بريستلى بحوثه العلمية وأخذ يدافع عن الثورة ويرد على طعن بيرك ، وانتقد كنيسة إنجلترا ونعتها بأنها زائدة فطرية ونبات طفيلى . وانتخب عضواً فى الجمعية الوطنية الفرنسية عن أدرن،وأوفدت الجمعية الدستورية فى مانشستر إلى الجمعية الوطنية الفرنسية ابن جيمس وات مندوباً عنها . ويقال إنه منع دانتى وروبسبيير من أن يتبارزا .

وفى عام ١٧٩١ احتفل ثمانون من أهل برمنجهام بالذكرى الثانية لسقوط الباستيل فى وليمة عشاء خاصة . فحرض الغوغاء على الهجوم عليهم والاعتداء على ممتلكات المشايعين للثورة الفرنسية . وكانوا يهتفون بسقوط الفلاسفة وبحياة الكنيسة والملك إلى الأبد ، وكانوا يقصدون القمريين بوجه خاص . وكتب بعض

الأفراد على واجهات بيوتهم : «ليسقط الفلاسفة» ليتقوا شر الغوغاء، وسلح بولتن ووات عمالهما للدفاع عنها . ونهب الغـــوغاء وأتلفوا من الممتلكات مايزيد على مائة ألف جنيه . وكان من بينها منزل بريستلى بما فيه من أجهزة تاريخية كثيرة ومكتبة قيمة . وهرب بريستلى من برمنجهام متخفياً، وأبحر إلى أمريكا عام ١٧٩٤ وهناك تعرض لأقسى حملات الطعن من كوبت الذى لم يفقد الأمل فى نجاح حزب المحافظين . ويقول كوبت فى رسالة نشرها فى فيلادلفيا عام ١٧٩٩ «إن رغبتى فى الدفاع عنكم يا أهل برمنجهام ضد حملات دكتور بريستلى العنيفة كانت إلى حد ما الدافع لى على محاولة الكتابة» .

وكان بريستلى نشيطاً لدرجة لامثيل لها ؛ فكان لايمل القول والعمل وإجراء التجارب ويكتب حتى يسقط القلم من يده، وكان واسع الحيلة جداً . ومع أنه لم يدع المهارة فى تكوين النظريات إلا أنه ما كان يستطيع الانتفاع مما يعرض له من المشاهدات مالم يكن ملماً بالعلوم النظرية . ويقول عن نفسه: «من عادتى أن أحرص على استخلاص الحقائق، ولكنى لست كفؤاً لاستخلاص نتائج منها أطمئن إليها .» وكان هو وأصدقاؤه من أعضاء الجمعية القمرية يؤيدون نظرية الفلوجستين ويقول بارتنجتن تعليقا على ذلك: «إن بريستلى كان متشككا فى تعاليم الكنيسة ولكنه كان يعتقد فى صحة الحقائق العلمية» . وطبقاً لنظرية الفلوجستين يتركب المعدن من مادة أرضية ومادة أخرى فرضية تسمى فلوجستين وعندما يحترق معدن مايخرج الفلوجستين تاركاً وراءه رماداً . وهذه النظرية قديمة جداً وترجع إلى أرسطو، وقد تكون أقدم من ذلك لأن خروج الفلوجستين من المعدن المحروق يشبه خروج الروح من الجسد المحروق . وفى الحق كان كثير من علماء الكيمياء يعتبرون أن الفلوجستين روح النار . فعندما يحرق معدن تخرج منه كل عناصر الحياة ولا يبقى إلا الرماد . ونظرية الفلوجستين من بقايا الاعتقاد عند الكيميائيين بأن كل الأشياء لها روح ، ولقد تمكنت من تفسير كثير من الحقائق تفسيراً منطقياً . وما كان من الممكن رفضها من غير بحث دقيق فى التغيرات التى تطرأ على الأوزان عند التفاعلات الكيميائية

ولقد قام بذلك بلاك الذى تعلم عنه وات الكثير . إلا أن وات لم يواصل بحث بلاك فى تفاصيل التغيرات الكيميائية ، مع أنه غير آراء الناس فى القوى الميكانيكية بالقياسات الدقيقة التى أجراها من استهلاك الآلات للفحم ، وبتعريفه لقوة الحصان . ولقد كان وات وكثير من أصدقائه من رجال الأعمال الناجحين . وكانت فيهم نزعة المحافظين بجانب ميلهم إلى المغامرة والتجديد ، وكان وات محافظاً فيما أدخله من تحسينات على الآلة البخارية ومن المحتمل أن نظرية الفلوجستين بتاريخها الطويل كانت تتفق وتلك النزعة إلى المحافظة على القديم فى جمعية برمنجهام . ولقد كانت قدرة بريستلى على العمل بيديه وإجراء البحوث النوعية أقوى منها فى البحث ، فكان لا يصلح لدحض نظرية الفلوجستين لأنها تتفق وميوله الدينية ولذلك استمر أكبر مؤيدها .

ويرجع الفضل فى خلق الكيمياء فى إنجلترا فى القرن التاسع عشر إلى قادة الصناعة من ذوى المذاهب المتطرفة فى الدين والسياسة . ونشأت فى المدن الصناعية بعيدة عن أكسفورد وكبردج على يد طبقة حاكمة جديدة من رجال الصناعة الذين أسسوا أكاديمياتهم وجمعياتهم العلمية . ولما غادر بريستلى برمنجهام كتب إلى وات عن « الأيام الجميلة التى قضاها معه ومع كل أصدقائه أعضاء الجمعية القمرية ، وأنه لا يتوقع أن يحظى بمثلها . وفى الحق ، إن لندن لا تستطيع أن تهىء مثلها » . وكان فى برمنجهام أكبر مجموعة قوية من العقول فى ذلك الوقت فى إنجلترا . وقال لنارد هورنر عام ١٨٠٩ إن أثرها لم يبل بعد « ويتجلى فى حب الاستقصاء العلمى وفى البحث الحر الذى يمكن من الوقوف فى وجه المحافظين والساعين وراء الكسب » .

وعبر بريستلى فى محاضراته التاريخية عن فلسفة ذوى المذاهب التقدمية المتطرفة فى الدين والسياسة من رجال الصناعة بقوله : « ليس هناك ما يبعث على تقدم العلوم والفنون مثل عدد من الدول المتجاورة المستقلة التى تربطها بعضها ببعض التجارة والسياسة . ولقد كان هذا حال بلاد الإغريق قديما وهو الحال فى أوربا فى العصر الحالى » . وقال : «إن العلاقة بين الفن والعلم وثيقة جداً إلى حد لا تحتاج فيه إلى إيضاح . فهى نفس العلاقة التى تربط العلم بالعمل . إن التحسينات العظيمة الحديثة

التى أدخلت على الفنون الصناعية لهى بلا ريب وليدة التقدم الذى طرأ على العلم أخيراً » . ومن رأيه أن التفكير لا يفيد إلا إذا أدى إلى العمل وأن الفائدة المباشرة من العلوم الطبيعية هى ما يهيئه لنا من قوة للسيطرة على الطبيعة بفضل معرفتنا بقوانينها التى تزيد من راحة الإنسان وسعادته ، ولكن أجل فوائد التأمل الفلسفى تدريب القلب وما يهيئه من فرص لبث حب الخير والتقوى فى النفوس .

وترجع شدة معارضة كنيسة إنجلترا والمحافظين لبريستلى إلى اتباعه — دون أن يعى — آراء رجال الصناعة والعلماء فى الطعن على رجال الدين واللوردات . ونشأت عقيدته فى التوحيد عن تطبيق الفكرة العلمية الخاصة باتساق المادة على فكرة التثليث . ويقول فلن : « إن زيادة العناية بالمادة نتيجة لتقدم الصناعة قوى الشعور بأهمية الاتساق .

ولم يك تجمع زعماء الخارجين على الكنيسة ورجال الصناعة والعلماء فى مراكز واحدة وليد المصادفة . فقد كونوا جماعات لها سلطان كبير ، وارتبط بعضهم ببعض بروابط أقوى من الصداقة ألا وهى رابطة المصاهرة بعضهم من بعض وكانوا جزءا من حركة اجتماعية هامة استمدت نشاطها التقدمى من تقدم الروح الصناعية فى القرن الثامن عشر .

٦٦

تفتق الأذهان

الأرض والهواء والماء والنار هى أكثر ما يصادفه المرء فى الطبيعة من أشياء، لذلك اعتقد فلاسفة الإغريق أنها العناصر الأولية التى تتركب منها المادة. ولما كان سند هذه القضية أنها متداولة منذ ألفى سنة أخذ المعدنون والصيادلة وغيرهم من الفنيين يضيفون شيئا فشيئا حقائق جديدة إلى العلم. وكثيراً ما كانوا يضطرون إلى تعديل هذه النظرية حتى تتفق وهذه الحقائق وكان آخر تعديل لها على يد ستاهل فى أواخر القرن السابع عشر فى شكل نظرية الفلوجستين. وكلمة فلوجستين إغريقية معناها الاحتراق ، وقد استخدمها ستاهل لتدل على ماظن أنه روح النار. وكانت القابلية للاشتعال تعزى إلى وفرة الفلوجستين ولذلك فهى موجودة بكثرة فى الفحم والزيت. وأما الإيدروجين فيكاد يكون كله من مادة الفلوجستين ، ولقد نجحت هذه النظرية فى تفسير قابلية هذا الغاز للاشتعال ، كما نجحت فى تفسير تولده من تفاعل الزنك مع الأحماض ؛ فالحامض يطرد الفلوجستين من الزنك تاركا بقايا هذا المعدن فى صورة الزاج الأبيض الذى نحصل عليه بعد التبخير . وقد تنبأ أصحاب هذه النظرية بأنه إذا أزيل الفلوجستين من الزنك فإن المادة المتخلفة تذوب فى الحامض دون أن يتولد الفلوجستين ويخرج على هيئة غاز الإيدروجين. وقد أيدت التجارب هذا القول ، لأن الزنك إذا سخن فى الهواء يتحول إلى مسحوق يذوب فى الحامض دون أن يتولد الغاز .

وتصف هذه النظرية التغيرات النوعية وصفاً مقبولا . ولما كان مخترعها صيدليا فإن أهم ما يعنيه فى المادة هو نوعها ، ذلك أن أثر العقاقير يرجع إلى خواصها

الذاتية أكثر مما يرجع إلى كميتها التى يتناولها المريض . ومن هنا كان أهم ما يعنى به الصيدلى هو الخواص الذاتية والفروق النوعية . وإن تقدم الصيدلة فى القرنين السادس عشر والسابع عشر . . هذا التقدم الذى كان أكبر سند للعلوم الكيميائية كان مرتبطاً بما جد من المعرفة بالعقاقير والعمليات الصناعية التى ظهرت فى أوربا نتيجة لاتساع التجارة العالمية . ويبين عمل شيل منتهى ماوصلت إليه العناية بالبحث فى الصيدلة ؛ إذ شملت اكتشافاته الأكسجين والكلور وحامض الأيدروفلوريك وتحضير الفسفور من رماد العظام وحامض الزرنيخ وحامض التنجستيك والأحماض العضوية (الطرطريك واللبنيك والبوليك والأيدروسيانيك والأوكساليك) والجليسرول وأثر الضوء — وهو أساس التصوير — فى الأملاح الفضية . وجمع شيل بين البحوث التى لا نظير لها فى الكيمياء النوعية والاعتقاد الثابت فى نظرية الفلوجستين . ولقد حذا برستلى حذو الصيادلة فى العناية بالنوع ، وتمسك باعتقادهم فى نظرية الفلوجستين . ولكن نظراً لتأثره بالتقدم الصناعى وجه معظم عناية إلى المواد غير العضوية والصناعية .

ولقد دعا تقدم الصناعة فى القرن الثامن عشر إلى فحص نتائج البحوث التى أجريت فى الصيدلة فى القرنين السابقين على ضوء الآراء الصناعية وغنى كثيراً بمظاهرها الكمية . وكان الكيميائيون المتأثرون بالأفكار الصناعية الجديدة يميلون إلى الاعتقاد بأن كل الأشياء الحقيقية يمكن قياسها ووزنها وكان جوزيف بلاك — من مدينة جلاسجو — أول من طبق ذلك بنجاح تام ، وبين العلاقات الكيميائية بين الجير والجير الحى وثانى أكسيد الكربون بواسطة الميزان وهو أهم آلة فى الصناعة . واستعمل الميزان لتتبع حركة مقدار معين من ثانى أكسيد الكربون خلال دورة من التفاعلات التى يمكن تكرارها إلى مالا نهاية . وإن بقاء ثانى أكسيد الكربون خلال سلسلة لا نهاية لها من التفاعلات أو اتحاده كيميائيا بمقادير معينة ليدل على أنه مادة كيميائية لها خصائصها . ولذلك أكد بلاك أن ثانى أكسيد الكربون ليس صنفاً من الهواء كما كان يظن سابقا ، وإنما هو غاز يختلف كيميائيا عن الهواء . وكان أول من أثبت وجود غازات تختلف عن الهواء كيميائيا بطريقة

التحليل الكمى لا النوعى . وسرعان ما أدى استخدام طريقــة بلاك إلى كشف حقائق لا تتفق ونظرية الفلوجستين . ولكنه لم يقم بذلك البحث فقد ظل من أنصار نظرية الفلوجستين ولو أنه أظهر فى نواح علمية أخرى ما للصناعة الحديثة من ميـل إلى المادية ، إذ بسط نظرية السعر التى تعتـــبر فيها الحرارة مادة وتخضع للقوانين الكمية . وأدت البحوث التى قام بها إلى الآراء الخاصة بالحرارة النوعية والكامنة .

ولقد عجز بلاك ، ووات ، وبرستلى ، وكافندش ، وأتباعهم من البريطانيين ، عن تفسير ما بين نظرية الفلوجستن ونتائج التحليل الكمى الحديث من تناقض . ولم يقوموا بتحليل الحقائق الجديدة تحليلا منطقياً دقيقاً . وكان أول من قام بذلك لافوازييه الذى لم يعالج الموضوع بقدرة عظيمة فحسب ، بل وبتفكير منطقى دقيق خلا منه الكيميائيون البريطانيون . ولقد اكتسب لافوازييه عادة التفكير من البيئة العلمية الفرنسية التى تختلف عن البيئة البريطانية .

كانت البيئة العلميـة فى فرنسا وليدة الظروف الاجتماعية فيها .. هـذه الظروف التى كان لها أثر عظيم فى بناء الكيمياء الحديثة ، وكان الوضوح من مميزات الفكر الفرنسى فى القرن السابع عشر وظهر فى أثناء المنازعات الاجتماعية والدينية التى حدثت فى القرن السابق . ففى القرن السادس عشر قامت فى فرنسا كما فى غيرها من البلاد منازعات بين النظم الإقطاعية والمدنية الحضرية الحديثة على هيئة حروب دينية . وقام كلفن بالتعبير عن المثل العليا للمدنية الفرنسية واضطر إلى الفرار من باريس عام ١٥٣٣ ، وكانت لا تزال معقل الكاثوليكية الإقطاعية . وتزعم لويولا وجماعة الجزويت التى كونهـــا ، الحركة التى قام بها رجال الإقطاع الكاثوليك ضد كلفن . وجمع أول جيش له عام ١٥٣٤ ، وأضحت فرنسا ميدانا للحرب بين القائمين بحركة الإصلاح والمعادين لها واختل النظام الاجتماعى نتيجة لهذا القتال ، وبلغت الفوضى منتهاها بمذبحة البروتستانت عام ١٥٧٢ ، إلا أن هنرى الرابع وضـع حداً لهذه الفوضى وكان فى أول أمره من الهيجونوت ثم صار كاثوليكيا ليعقد هدنة مع الكنيسة . وعين سلى — وكان من الهيجونوت ومحبا

النظام والإخلاص فى العمل — كبير وزرائه ليعمل على تحسين حال الشعب اجتماعيا واقتصاديا . ومن الإصلاحات التى عملها إنشاء نظام للقنوات فى فرنسا . ويقول هوسر : إن هنرى كان ذكيا ومتزن العقل بعيداً كل البعد عن التحيز لأى فريق ، وكانت الحكمة وحدها رائده فى كل ما يصدر عنه . ولما قتل عام ١٦١٠ كانت فرنسا قد خرجت من النظام الإقطاعى وسارت فى طريق البورجوازية .

سارت فرنسا جاهدة فى سبيل التقدم والوحدة القومية . ولما مات هنرى كان ابنه لويس الثالث عشر قاصراً ، وأصبحت السلطة فى يد ريشليو . وكان يبغى تنظيم طبقات المجتمع لتكوين كتلة واحدة تستطيع مقاومة آل هابسبرج مذهبهم الأمريكى. ولما كان هو المهيمن على الملاحة والتجارة عمل على دعم القوة البحرية وتشجيع التجارة ، وكان يأسف لعناية البورجوازيين بالدراسات الكلاسيكية وتعلقهم بالوظائف ونفورهم من الاشتغال بالتجارة ، واستمر خلفه مزران فى عام ١٦٤٣ إلى عام ١٦٦١ — أيام أن كان لويس الرابع عشر شاباً — على سياسة توحيد الأمة . وبعد مدة لم يرض لويس عن خضوع الملوك للوزراء ، وكان يقول : « ليس هناك ماهو أدعى للخزى من أن أرى السلطات فى يد غيرى وليس لى إلا لقب الملك » ، وصمم على أن يحكم بنفسه . ولكنه عين كولبرت — الذى كان مديراً لأملاك مزران — رئيساً لوزرائه . ومع أنه كان يفصل بنفسه فى كل شىء إلا أن قراراته كانت تبنى على المعلومات التى يستمدها من رجال نشأوا فى ظل التقاليد التجارية على يد ريشيليو ومزران .

ولقد صحب التطور السياسى وما اكتنفه من محاربة للفوضى والتعصب فى القرن السادس عشر حركة فكرية مماثلة ؛ إذ أصر ماليرب على وجوب استعمال لغة صحيحة واضحة دقيقة مبنية على الألفاظ التى تستعملها الجماعات المهذبة . وأخذ النبلاء يغيرون من عاداتهم ويهذبون ألفاظهم وحولوا حصونهم إلى دور ريفية . وكان للمركيزة دى رامبوليت وغيرها من السيدات أثر كبير فى هذه الناحية ، إذ كن قادرات على تحويل الحديث فى مجالسهن إلى موضوعات تهم النساء . ولما كن جاهلات باللغة

اللاتينية والأمور الفنية فقد استبعدن من حديثهن كل المصطلحات الفنية التى تستعمل فى المدارس والمصانع ، وإليهن يرجع الفضل فى تبسيط اللغة الفرنسية وإلى سهولة الكلام وطلاقة اللسان .

ولقد نتج عن هذه الحركة حادثان عظيمان عام ١٦٣٧ . إذ أنشئت الأكاديمية الفرنسية رسمياً فى ذلك العام وبدئ فى تأليف معجم للغة الفرنسية يقوم على لغة أهل باريس ويفهمه النساء وعامة الشعب ، ونقحت اللغة وأصبحت مستقلة عن اللاتينية وتهيأت لها الصفة التى جعلتها لغة السياسة الدولية فى المستقبل .

ولما نشر ديكارت « المنهج » عام ١٦٣٧ — وكان سهل المأخذ واضح العبارة — حدث تبسيط مماثل للفلسفة . ويقول تلى : « إن تمجيده للعقل واستقرار النظام وسلامة التفكير أوحت بها البواعث التى دفعت غيره من المعاصرين إلى العمل فى الميادين الأخرى » . ويقول فى رسالته عن العواطف التى نشرها بعد ذلك بإثنتى عشرة سنة : « إن الأهواء يمكن ضبطها بالإرادة ، وإن الإرادة تتلقى التوجيه من العقل الذى يستطيع بلا ريب تمييز الخير من الشر » . وكان فى هذا منظماً للآراء التى ذكرها كورنيل فى قصته التمثيلية .

استمرت حركة التنظيم القوى فى طريقها بجانب الحركة التى تهدف إلى جلاء الفكر وتنشيطه . وغير لويس الرابع عشر بطانته من رجال حربيين إلى رجال مدنيين . وحاول كولبرت أن يوحد البلد اقتصاديا بعد أن تم توحيدها سياسياً ، ولكى يحقق ذلك أنشأ نظـــام الشرطة وسن القوانين وفرض الضرائب وطبقها على كل المواطنين . وبذلك قضى على النظام الاقتصادى الذى كان متبعاً منذ العصور الوسطى وكان يعتقد أن سعادة البلد تتوقف على تأمين تجارته . ولاحظ أن الهولنديين يملكون ١٥ ألف سفينة من ٢٠ ألف سفينة تملكها أوربا ، وأن معظم هذا العدد ملك لإنجلترا . فشجع الملاحة ليكون لفرنسا نصيب أكبر من التجارة البحرية . ولما تولى الحكم وجد أن فرنسا تستورد معظم ما تحتاج إليه من البضائع من إيطاليـــا والأراضى المنخفضة فعمل على تشجيع الصناعات المحلية وبخاصة صناعة المنسوجات

لتحل محل البضائع الأجنبية وأنشأ المصانع وسن القوانين لتنظيم الصناعات . وفى عام ١٧١٥ كان بمصنع فان روبيس فى مدينة أبفيل ١٥٠٠ عامل .

ولم يصحب هذا التقدم الصناعى أى تحسين فى الزراعة لعدم عناية الملك البورجوازى ووزرائه بها ، وفى عام ١٧٠٠ كان أربعة أخماس الفلاحين غير قادرين على العيش بأجورهم الزراعية ، وكانوا يحتالون على عيشهم بما يقومون به من صناعات يدوية ، ويقول فنلون : « إن فرنسا أصبحت مستشفى عظيما خربا لاطعام فيه » . ومع ذلك كانت فرنسا قادرة على أن تعول عشرين مليونا من السكان لأن أرضها من أخصب أراضى أوربا ، وبلغ عدد السكان فى فرنسا فى نهاية القرن الثامن عشر خمسة وعشرين مليوناً ، وهى بذلك كانت أكبر من الإمبراطورية الروسية وثلاثة أمثال إنجلترا التى كان عدد سكانها تسعة ملايين عام ١٨٠١ .

ولقد هيأ هؤلاء السكان سوقا كبيرة للمصنوعات التى كان يرعاها كلبرت وكان الإقبال عظيما على المنسوجات المصنوعة مما شجع كثيرا صناعة الصباغة وأدى إلى تعيين خيرة علماء الكيمياء مديرين لمعامل الأصباغ الحكومية وكان برثولت مديرا لها فى القرن الثامن عشر ، وحصل من صناعة الصباغة على الوسائل والمعلومات التى مكنته من النهوض بعلم الكيمياء ثم إنه نجح فى استعمال الكلورين الذى اكتشفه شيل وبذلك أحدث انقلابا عظيما فى صناعة قصر الأقمشة .

لم يحقق التنظيم الذى قام به لويس الرابع عشر وكولبرت ما كانا يصبوان إليه ، ولقد كان هدفهما خلق نظم اجتماعية مماثلة للنظم السائدة فى هولندا وإنجلترا دون أن يدخلا مافيهما من نظم سياسية وفنون صناعية متقدمة . ولما أخذت النظم التى وضعاها لتنظيم الحياة القومية تنهار قامت حركة تطالب بالحرية السياسية والاقتصادية . وكان القائمون بهذه الحركة قد ورثوا عن القرنين السابقين نتائج تنظيم الفكر ووضوح العبارة . وانقسم زعماء الحركة الاجتماعية التنظيمية إلى فريقين . وأخذ قادة الفكر ينقدون رجال السياسة والاقتصاد . وكان على رأس هؤلاء النقاد فولتير

الذى زار إنجلترا وتفقد أنظمتها ، ولما عاد إلى فرنسا أخذ يوحى إلى مواطنيه بأعمال تفوق مارآه فى الخارج ، وأوضح فى مؤلفه « خطابات عن الشعب الإنجليزى » مزايا الثقافة الإنجليزية بلغة أسهل وأبسط مما يستطيعه الإنجليز أنفسهم . وكان لكتاباته عن التسامح الدينى فى إنجلترا وعن الحرية السياسية والتقدم العلمى فيها أثر عميق ، فصمم الشبان من أتباعه على بث هـــذه الصفات فى فرنسا ، وقاموا تحت إشراف ديدرو وألمبيرت بتأليف دائرة المعارف الفرنسية ، وكانت معجما عالميا للعلوم والفنون والحرف والصناعات . ونشر الجزء الأول منها عام ١٧٥١ .

وتكلم ديدرو وألمبيرت فى مقدمتهما المشهورة لدائرة المعارف عن مصدر الوحى لهما وينسبانه إلى باكون وديكارت ونيوتن ولوك ويقولان : « يحق لنا أن نضع على رأس هؤلاء الأبطال العظام فرانسس باكون وزير إنجلترا الذى لا يعرف من مؤلفاته إلا القليل برغم عظم شأنها . ويجدر بالعلماء أن يدرسوها بتمعن بدل أن يثنوا عليها . وإذا بحثنا الآراء الكثيرة التى أثارها هـذا الرجل العظيم وكذلك الموضوعات المتنوعة التى تكلم فيها وتأملنا جمال تصويره ومنتهى دقته فلا بد أن نعتبره أكبر الفلاسفة وأكثرهم فصاحة . وإنا لمدينون له بمشروع دائرة المعارف التى نؤلفها » .

وخلف ديكارت باكون فى بناء الفلسفة ، واخترع الهندسة التحليلية ، واقترح قوانين الحركة ، وعرض الفلسفة الدينية لنقد المتشككين . ومع ذلك فإن فلاسفة العصور الوسطى يستحقون منا الشكر لأنهم حافظوا على العلوم القديمة وعلى ما كان يقوله الإغريق من أن الآراء ليست فطرية وإنما هى وليدة التفكير فيما يدركه الإنسان بالحواس .

وأتم نيوتن اختراع الطريقة العلمية وأساسها إما تطبيق الحساب الرياضى على نتائج التجارب ، وإما مجرد المشاهدة التى تجرى تبعا لطريق مرسوم ، ويعاونها فى بعض الأحيان الخيال الذى يؤدى إلى زيادة فى البحث مع العناية باجتناب الفروض الاختيارية تجنبا تاما .

وقد هيأ لهم إصلاح الكتابة واللغة لتيسير القراءة على خاصة الناس، مجموعة من الكتب التى حسن أسلوبها وعباراتها باسكال وغيره من العلماء أعضاء جمعية بورت الملكية .

وينسب تقدم الفلسفة إلى لوك ، ويقال إنه اخترع علم ماوراء الطبيعة ، كما اخترع نيوتن علم الطبيعة ، وإنه « جعل علم ماراء الطبيعة فلسفة تجريبية للروح » . ويرجع الفضل فى دراسة الطبيعة التى تؤدى إلى التقدم العلمى إلى الحاجة أحيانا وإلى التسلية أحيانا أخرى . ويرجع الفضل فى كثير من المكتشفات النافعة إلى حب الاستطلاع . وقد يكون الباعث على حب الاستطلاع التعلل بالفائدة « وإذا ما أتى حب الاستطلاع بفائدة حقيقية لم نتوقعها فى بادىء الأمر فإنا نعتبر أن كل البحوث الناتجة عن حب الاستطلاع مفيدة ، والعلم وليد هذا الاعتقاد . وما الزراعة والطب اللذان خلقاه ، إلا فرعان نبتا من تلقاء نفسهما على شجرة عظيمة .

ولقد فهم محررو دائرة المعارف أهمية الأعمال اليدوية فى تقدم العلم وعبروا عن ذلك بقولهم « هلا يليق أن يكون لمخترعى الزمبرك والسلسلة وأجزاء الساعة نفس المكانة التى يحظى بها الذين نجحوا فى بحوثهم فى الجبر ؟ »

ولقد وجه المحررون جزءا كبيرا من عنايتهم إلى الفنون الصناعية . ولم يبين تشمبرز فى دائرة معارفه إلا ثلاثين لوحة لشرح بعض العمليات الصناعية ، مع أن المحررين كانوا قد نشروا ستمائة لوحة فى مجلدين . ويرجع ذلك إلى أن تشمبرز قرأ كثيرا فى الوقت الذى لم ير فيه المصانع والآلات وهى تدور إلا نادرا . ولما كان من المتعذر فهم العمليات الصناعية بدون مزاولتها فقد اضطروا إلى الاستعانة بالعمال ، ولذلك اتصلوا بخيرة العمال فى باريس وفى فرنسا كلها . وكانوا يديرون الآلات بأنفسهم ليعرفوا كنهها حتى يستطيعوا الكتابة عنها ، ومع ذلك هناك لوحات كثيرة ليس عليها أى شرح .

ولد لافوازييه عام ١٧٤٣ ونشـأ فى الجو الذى ساد القرن الماضى من حيث

التنظيم القوى واللغوى . ونشرت دائرة المعارف فى شبابه ، وكانت أول عمل عظيم للمعرفة المنظمة . وحصل من هذه البيئة على معرفة إمكانيات التنظيم الذى استخدمه فى الأعمال الإدارية وفى التفكير العلمى وإجراء التجارب وعرض الآراء .

كان لا فوازييه من أسرة ثرية ، وكان والده وكيل برلمان باريس . وقد تعلم فى كلية مزاران على يد لاسال ودى جوسييه وجتارد وروبل وهم من العلماء الممتازين . وكان جتارد مخترع الخرائط الجيولوجية ، كلفته الحكومة بعمل مصور جغرافى لمراكز المعادن فى فرنسا ، فدعا لا فوازييه ليعاونه فى ذلك ، وأخذ لافوازييه يجوس خلال فرنسا ثلاث سنوات يجمع المعادن ويفحصها . ونشأت بحوثه الأولى فى الكيمياء من تحليله لعينات من الجبس أتى بها من باريس .

ولقد وصف بالتفصيل مظاهر الأرض الزراعية وغير الزراعية والمناجم والمسابك ، ومصانع قصر الأقمشة والمحاجر . وكان يحتفظ بمفكرة دقيقة بالأحوال الجوية ويبعث إلى الأكاديمية بتقارير عن الصناعات الأهلية مبينة عليها ملاحظاته . وانتخب عضوا فيها وهو فى الخامسة والعشرين من عمره ، فأخذ يكتب لها تقارير عن مورد المياه فى باريس وعن السجون وغش شراب التفاح وموقع المجازر (السلخانات) وقصر الأقمشة والمصابيح والمواقد عديمة الدخان ، والورق وزراعة الكرنب وصناعة النشا والصابون الأبيض والأصباغ والحبر والزجاج والقلويات والبارود وتنقية المعادن واستغلال مناجم الفحم ، وعن المجارى وعشرات المسائل الفنية الأخرى .

وكانت الحكومة تحيل المخترعات على الأكاديمية لإبداء الرأى فيها . وكان لافوازييه كيميائى الحكومة وفاحص المخترعات المطلوب تسجيلها .

وبعد مرور زمن يسير على انتخابه عضوا فى الأكاديمية ، وكان لا يزال فى الخامسة والعشرين من عمره ، اشترى وظيفة ملتزم فى شركة فيرم التى كانت ملتزمة بالضرائب فى فرنسا . وكان الملتزمون يدفعون للحكومة مبالغ معينة مقابل أن يكون لهم الحق فى جمع الضرائب ، وكان بعض الملتزمين يكسب ما يقرب من خمسين

ألف جنيه سنوياً . وكانت هذه الأرباح الطائلة ترجع إلى الجمع بين كفاية التنظيم والاغتصاب ، وقد جلبت سخط عامة الشعب على الملتزمين . واستولى لافوازييه على ستين ألف من الجنيهات فى ثمانى عشرة سنة من الالـــتزام . وفى عام ١٧٧٩ عين ملتزماً عاماً وكان منذ عام ١٧٧٥ يعمل فى دار الأسلحة الأميرية وأقام فيها .

حسن لافوازييه صناعة ملح البارود ، وجعل البارود الفرنسى أفضل من الإنجليزى . ولقد كانت جودته من الأسباب التى أدت إلى انتصارات جيوش الثورة فيما بعد . ثم إنه جمع كميات كبيرة من البارود ، وكان لذلك قيمة عظيمة لدى رجال الشرطة فى المدن . ولما كانت البلاد فى حالة اضطراب فى ذلك الوقت قال خصومه إنه يجمع البارود لاستخدامه ضد الشعب .

قام لافوازييه بأشهر بحوثه فى معمل دار الأسلحة ، وكانت زوجته تعاونه كثيراً . ولكنه لم يكن يستطيع أن يجرى تجاربه إلا فى يوم واحد من الأسبوع ، وكان يقضى الأيام الأخرى الباقية فى تنظيم جمع الضرائب وصناعة البارود وإدارة الأكاديمية التى أصبح مديراً لها عام ١٧٨٥ .

ولقد أنفق كثيراً من دخله على البحوث ولم يتعد حقوق الالتزام الممنوحة له قانوناً ، ولكن قبوله لقوانين الالتزام التى كان يعتبرها غير عادلة جعله يذهب ضحية من ضحايا الثورة الفرنسية .

ولقد هيأ له اتصاله بالصناعة الأكاديمية الإلمام الواسع بحقائق الكيمياء . وأخذ يوازن بين هذه النتائج وينظمها بالمهارة الإدارية التى كان يستعملها فى جمع الضرائب وصناعة البارود . وبدلا من أن يركز كل عنايته على اكتشاف مواد جديدة بما يجريه من التجارب كما فعل شيل وبريستلى ، كان يفكر فى المواد التى سبق معرفتها فيفحصها فحصا دقيقاً ، ولم يقبل نظرية العناصر السائدة فى أيامه .

وتبعاً لما يقوله أرسطو ، كان يظن أن الماء والتراب يشتركان فى صفة ما ، ويمكن تحويل أحدهما إلى الآخر . وثبت هذا جليا بالمادة الترابية التى ظهرت فى الماء بعد

غليانه طويلا فى آنية زجاجية . ولقد أجرى لافوازييه كثيراً من التجارب على الماء إبان بحثه فى مورد الماء فى باريس ليقف على حقيقة هذا التحول الظاهر . وأثبت بتجارب دقيقة أن المادة الترابية ذابت من الزجاج بفعل الماء . وهذا البرهان على ثبات الماء ساعده على اتخاذ تعريف بويل للعنصر الكيميائى بأنه مادة غير قابلة للتحليل بالطرق التى نعرفها، ثم إنه على أساس هذا التعريف عمل أول كشف بالعناصر الكيميائية .

ولقد تمكن لا فوازييه بواسطة الميزان من إثبات أن الماء لا يتحول إلى تراب . وكان قد لاحظ أن بلاك استعمل الميزان ليتتبع حركات كية من ثانى أكسيد الكربون خلال دورة من التغيرات الكيميائية ، ولذلك وزن الإناء بدقة قبل الغليان وبعده ووجد أن ما نقص من الوزن يساوى وزن المسحوق الذى ظهر فى الماء . ورأى أن نتائج بلاك ونتائجه تثبت أن المادة لا تفنى ، ولذلك استطاع الجهر بقانون بقاء المادة . ثم رأى أنه إذا كان هـذا القانون صحيحا فإن الوزن سيكون طريقة عامة للتحليل تظهر كل التغيرات الكيميائية التى تطرأ على المادة . ومن ذلك الحين أصبح أساس الكيمياء دراسة المادة ، وأصبحت المـادة أهم شىء فى الكيمياء. وطبقا لهذا الرأى لا توجد مادة بدون كتلة ، وإن الكتلة هى المؤهل الأول الذى يبيح للمادة الدخول فى الكيمياء . ولهذا نظر لافوازييه إلى الفلوجستن من هـذه الناحية . فإذا كان له وجود فلا بد أن يكون له كتلة ويمكن تتبعها خلال التغيرات الكيميائية وخاصة خلال عمليات الإحتراق . وكان على علم بذلك الرأى عام ١٧٧٣ وهو فى الثلاثين من عمره ، وكتب مذكرة عن طريقة البحث لإثباته . ويقول إنه شعر أن هناك شيئاً يدفعه لكتابة بجمل للبحوث فى المواد الغازية التى تخرج فى كل تغير كيميائى ، وللمواد التى تمتص الهواء . وكان فريق من العلماء يظن أن هذه المواد الغازية صور من الهواء وكان فريق آخر يظن أنها انبعاثات من مواد مختلفة لا حصر لها ، وفريق ثالث يظن أنها الهواء الثالث الذى اكتشفه بلاك . وكان لابد من إعادة فحص كل الحقائق الخاصة بالغازات بالطرق التى ابتكرها بلاك . ولقد حفزتنى أهمية هـذا

الموضوع إلى القيام به ، إذ كان يبدو لى أنه سيحدث انقلابا فى الطبيعة والكيمياء . وكنت مضطراً إلى اعتبار أن كل ما عمل قبلى مجرد آراء ، ورأيت أن أعيد البحث فيه بطرق جديدة لأربط ما نعلمه عن الهواء الذى يتحد مع المواد أو ينفصل عنها بما أحصل عليه من معرفة جديدة وأصوغ نظرية .

وبين لافوازييه عملية الاحتراق مستخدما الميزان ومتتبعا بمنتهى الدقة التغيرات التى تحدث فى الوزن عندما تسخن المعادن فى الهواء . وحصل على نتائج حاسمة عام ١٧٧٨ بعد بحث مستمر دام خمس سنين ، وأثبت أنه إذا سخن الزئبق فى إناء محكم الغلق به هواء ، فإنه يمتص أحد مكونات الهواء ويزيد وزنه بما يساوى وزن ما فقده الهواء فى الإناء المغلق ، وما يتبقى من الهــــواء فى الإناء لا يساعد على الاحتراق ولا يصلح للتنفس . وفى ذلك الوقت يكون الزئبق قد استحال إلى مسحوق أحمر . وإذا ما أخرج هـذا المسحوق الأحمر من الإناء وسخن فإنه يخرج مقدارا من الغاز وزنه يساوى وزن ما فقده الهواء فى الإناء المغلق فى الاحتراق الأول . وإذا ما أضيف هذا الغاز إلى الغاز المتبقى من الهواء بعد الاحتراق الأول فإنه ينتج غازا لا يختلف فى كميته ونوعه عن الهواء الذى كان فى الإناء المغلق فى أول الأمر وهكذا . فعملية احتراق الزئبق فى الهواء عكسية ، ويمكن تفسيرها بأنها تفاعل من أحد مكونات الهواء الذى له كتلة معينة وخواص مميزة . وعلى ذلك فالاحتراق بوجه عام لا شأن له بالفلوجستن الفرضى، ونبذ نظرية الفلوجستن إذ لاداعى لها .

بعد ذلك أخذ لا فوازييه يصوغ الكيمياء على ضوء هذا القانون ، ويقول فى « رسالته الأولية » المنشورة عام ١٧٨٩ إنه فرض على نفسه ألا يسير إلا من المعلوم إلى المجهول وألا يستنبط نتائج إلا عن طريق التجارب والمشاهدات . وسار أينشتين على هـذا المبدأ عندما استبعد الأثير من علم الطبيعة ، وخلق هيزنبرج علم ميكانيكية الكم الجديد باعتماده على المشاهدات واستبعاده الفروض عند تفسير العمليات الطبيعية .

ولقد استطاع لافوازييه وأتباعه القليلون إدخال أسماء معقولة فى الكيمياء بعد

أن نبذوا نظرية الفلوجستن. سمى الأوكسيجين، واخترع النهايات التى لا تزال مستعملة فى وصف أنواع المواد وأتم إصلاح لغة الكيمياء . ولقد اتسعت الكيمياء بدرجة عظيمة منذ زمن لا فوازييه ، ولكنها لا تزال تحمل طابعه، ولا تزال رسالته تقرأ كطبعة قديمة لكتاب حديث . ومع أن آراء كثيرة قيمة استجدت فى الكيمياء إلا أن أحدها لم يبلغ ما بلغه الانقلاب العلمى الذى أحدثه لا فوازييه .

ولكن كيف تم هذا الانقلاب على يد لافوازييه، ولم يتم على يد بلاك وبريستلى وغيرهما من النابهين من علماء الكيمياء الإنجليز ؟ ذلك لأن لا فوازييه ورث عادة التفكير الواضح المنظم الذى نتج عن ظروف فرنسا التاريخية ، بينما ورث الإنجليز عادة الحذق وتسوية الخلافات بالتراضى، من ظروف إنجلترا التاريخية التى ساعدتهم على إجراء التجارب الفردية ، ولكن صدت عنهم الباعث على البحث فى نظرية عامة باتباع منطق قوى ليقفوا على ما فيها من خطأ وصواب .

ولا يرجع نجاح لا فوازييه إلى مقدرته العظيمة فحسب ، بل إلى ما أفاده من بيئته الاجتماعية من طريقة التفكير التى ساعدته كثيرا على مجابهة المسائل التى عنى بها وحلها .

٦٧

الكهرباء

كان الإغريق والرومان على علم بالظواهر الكهربائية والمغناطيسية من ألفى سنة على الأقل ، إذ كان الإغريق يعرفون أنه إذا ما دلك الكهرمان فإنه يصبح قادراً على جذب الأجسام الصغيرة ، كما كان الرومان يعرفون أن لبعض أنواع الحديد الخام فى إقليم مغنيسيا القدرة على الجذب ولذلك سميت خاصيتها بالمغنطيسية . ولم ينتفع بهذه الظواهر الكهربائية والمغنطيسية إلا بعد مرور مايزيد على ألف سنة من معرفتها ، ولم يستغلها إلا السحرة لعلاج الأمراض الجثمانية والعقلية ، فكانوا يصفون لمرضى النقرس أن يمسكوا بحجر المغناطيس فى أيديهم ، كما كانوا ينصحون العشاق بلمس حجر المغناطيس والأجسام المكهربة حتى تزيد قوة جاذبيتهم .

وفى الحق لم تتقدم المعرفة بالمغنطيسية والكهرباء إلا حوالى القرن الحادى عشر عند ما اكتشف أنه من الممكن استخدام البوصلة المغناطيسية فى توجيه السفن . ولقد أدى التطور العظيم فى التجارة والملاحة فى ذلك الحين وخاصة فى بحر بلطيق وبحر الشمال حيث السماء ملبدة بالغيوم وحيث ارتفاع الشمس يتغير كثيراً تبعاً لفصول السنة إلى العناية بالبحث عن وسائل جديدة لتوجيه السفن .

وبسبب هذه الحالة تغيرت النظرة إلى المغنطيسية ؛ فقد كان موقف التجار ومعاونيهم من دراسة المغناطيسية غير موقف السحرة والدجالين منها . وبذلك أصبح للمغنطيسية أهمية موضوعية واقعية بدلا من العناية بغرام السذج من المحبين .

وكتب الراهب برجرنس الذى اشترك فى الحروب الصليبية وسافر إلى فلسطين

أول مؤلف تجريبي عن المغنطيسية فى عام ١٢٦٩ . وبعــــد ذلك بقرنين خطت المغنطيسية خطوة كبيرة فى سبيل التقدم بفضل كولمبس الذى لاحظ فى أســـفاره الاستكشافية أن اتجاه البوصلة يتغير بتغير خط الطول.

ودعت الرحلات البحرية الطويلة إلى شدة العناية بالمغناطيسية ، وخاصة فى الممالك الشمالية البحرية الحديثة مثل إنجلترا . وعنى بها ذوو الكفاية من الرجال نظراً لما كان لها من تقدير عظيم من علية القوم الذين كانوا ينظمون الحملات الاستعمارية . وأخذ وليم جلبرت الطبيب الخاص للملكة إليزابث يدرسها من الوجهـــة العملية الجديدة ونبذ الخواص السحرية التي تنسب إليها على أنها « أكاذيب ولا أساس لها » وأجرى عدة تجارب أثبت بها أن للمغناطيس قطبين مختلفين : أحدهما يتجه نحو الشمال والآخر يتجه نحو الجنوب ، وأن القطبين المتماثلين ينفر أحدهما من الآخر ، وأن المغناطيس إذا قطع قطعتين فإن كل قطعة تصبح مغناطيساً صغيراً له قطباه .

ثم أخذ يبحث لمعرفه القوانين التى تسيطر على تأثير الأرض فى البوصلة ، وتم له تحقيق هذا الغرض بصنع نموذج للكرة الأرضية من حجر المغناطيس . ووجد أن له قطبين ، ثم اكتشف اتجاه القوة المغناطيسية فى النقط المختلفة على سطح النموذج بمعاونة بوصلة صغيرة ، ووجد أنه يتفق وما قاله البحارة عما يحدث عند النقاط المائلة على ســــطح الأرض . واستنتج أن الأرض كرة مغناطيسية ، ووجد أن الإبرة الممغنطة تشير عمودياً إلى أسفل فوق القطبين فتنبأ بأن الإبرة تشير إلى أسفل الأقاليم الشمالية من الأرض . وأثبت هدسن مكتشف خليج هدسن صحة ذلك عام ١٦٠٨ .

وفى الوقت الذى كان يبحث فيه جلبرت بجد فى المغنطيســـية لأنها أكبر عون على الملاحة ، كان مواطنوه عام ١٦٠٠ يقومون بتأسيس أول شركة تجارية كبرى ، ألا وهى شركة الهند الشرقية . وكان جلبرت أول عالم عظيم فى إنجلترا الحديثة ، ونشر أول كتاب قيم عن المغنطيسية والكهرباء عام ١٦٠٠ .

ولاحظ دريدن اقتران بحوث جلبرت فى المغنطيسية بعظمة انجلترا البحرية فقال : « سيبقى جلبرت ما بقى المغناطيس قادراً على الجذب وما بقيت فى بريطانيا أساطيل لا تهاب المحيط » .

وتوسع جلبرت فى بحوثه فى الجاذبية حتى شملت خاصة الكهرمان المدلوك ، ووصف هذه الخاصة بأنها كهربية نسبة إلى « الكهرب » وهو الاسم الإغريقى للكهرمان . واكتشف أن هناك مواد كثيرة أخرى غير الكهرمان يمكن كهربتها ومنها الزجاج والراتنج والكبريت والماس والياقوت . وأن قائمة هذه المواد لتذكر المرء بما تحتويه الحوانيت من أشياء . وتدل على أن التجارة الواسعة وما تجلبه من مختلف المواد تساعد على تقدم البحوث العلمية . وفى الحق قد يكون الكشف العلمى مستحيلا إذا لم تتوافر المواد المختلفة التى يمكن عقد المقارنه بينها .

وأثبت جلبرت أن الجاذبية الكهربية تختلف عن الجاذبية المغناطيسية ، وأن الأجسام المكهربة تنفد شحنتها إذا ما عرضت للنار . ولاحظ أن إجراء التجارب الكهربية فى جو رطب أصعب منه فى جو جاف . ولقد حصل على كل هذه النتائج فى الكهرباء بإجراء عمليات يدوية بسيطة . واخترع أوتوفن مدير تموين جيش مجدبرج الجبار الذى ولد قبل موت جلبرت بسنة، أول آلة كهربية ، وأظهر إمكان استخدام القوى فى توليد الكهرباء . وكانت هذه الآلة تأتى بنتائج أقوى مما يمكن الحصول عليه من الدلك ، ومكنته من اكتشاف ظاهرة التنافر الكهربى ، وبفضلها اكتشف ليبنتز أن الكهرباء تولد شرراً كهربياً .

وواصل أعضاء الجمعية الملكية الأوائل البحث فى الكهرباء ، ووجد نيوتن أن الجاذبية الكهربية تخترق الزجاج ، وبين هوكسبى أنه إذا تكهربت كرة زجاجية مفرغة من الهواء فإنه يظهر وهج ملون داخل الكرة .

خطا التقدم خطوات واسعة فى القرن الثامن عشر . فعرف جراى ووبلر الفرق بين الأجسام العازلة والأجسام الموصلة ، ومررا تيارات فى خيط مصنوع

من القنب طوله بضع مئات من الأقدام . وأدخلت على الآلة التى اخترعها جريك تحسينات كبيرة أمكن بواسطتها الاحتفاظ بالشرر المستمر فى أنابيب زجاجية بها هواء تحت ضغط مخفف . ولقد كان هذا التقدم على أيدى جماعة من العلماء المقيمين فى أحد مراكز التعدين فى ألمانيا . واقترح عام ١٧٤٤ استعمال هذه الأنابيب الضوئية كمصابيح فى المناجم . وفى نفس السنة صنع ونكلر أنبوبة تفريغ ترسل بضوئها ليلا الحروف المكونة لاسم أحد النبلاء المجاورين . والأنابيب الضوئية التى تستخدم بكثرة فى الإعلانات فى هذه الأيام أقدم أنواع المصابيح الكهربية ، فقد اخترعت منذ قرنين من الزمن . ولم ينجح استخدامها فى القرن الثامن عشر لأن الآلات الدقيقة التى تسهل إدارتها لتوليد الكهرباء لم تكن قد اخترعت بعد، ولكنها دلت على إمكان استخدام الكهرباء كوسيلة للإضاءة الممتازة.

ونظراً لزيادة العناية بالظواهر المادية وجه العلماء كثيراً من جهودهم فى القرن الثامن عشر إلى إجراء التجارب فى الكهرباء . وكانت تجارب نظيفة ومسلية وظاهرة السهولة ، وقام بها فرانكلين فى فيلادلفيا ذات الشتاء الجاف ، وساعدته النتائج الواضحة القوية التى وصل إليها على توضيح نظرية الكهرباء واختراع مانعة الصواعق. لقد كان هذا أول إضافة إلى الهندسة الكهربية ، وكان له قيمة سيكولوجية عظيمة بجانب قيمته العلمية . فالبرق الذى كان يعتبر منذ عصور ما قبل التاريخ شيئا خارقا للطبيعة أصبح إلى حد ما تحت سيطرة الإنسان . ولقد كان هذا عملا جميلا فى سبيل تسلط الإنسان على الطبيعة ، وجلبت لفرانكلين شهرة عظيمة . واستغل شهرته ليزيد نفوذه السياسى ، ويحصل على تأييد فرنسا للولايات المتحدة فى جهادها من أجل الاستقلال . ولقد كانت حركة الولايات المتحدة حافزاً قوياً على الثورة فى فرنسا فيما بعد .

وكان حب الاستطلاع عند طلاب الكهرباء تارة سطحياً وتارة عميقاً . فكان بعضهم لا يعنى إلا بالشرر الكبير، وبعضهم يستمتع بما يسببه لإخوانه من صدمات. وهذه الناحية من البحوث الكهربائية قوت الأمل فى الشفاء من الشلل وغيره من

الأمراض ، وسرعان ما أصبحت دراستها جدية . ولكن الذى جذب كبار العلماء إلى دراسة الكهرباء إدراكهم مالها من أهمية من الوجهة الفلسفية . ولقد أحسن جوزيف بريستلى التعبير عن ذلك فقال إنها خاصية جامعة للمادة، وإنها أول اكتشاف هام منذ اكتشاف الجاذبية. وتنبأ بقدرتها، وكتب فى مقدمة كتابه «تاريخ الكهرباء»: « لقد كانت الفلسفة حتى الآن تعنى بالخواص الظاهرة للأجسام ، ولكن يبدو أن الكهرباء والكيمياء وقانون الضوء والألوان ستهدينا إلى التركيب الداخلى للأجسام، وهو الذى تتوقف عليه خواصها الظاهرة . وبالسير على هدى هذا الضوء الجديد ، سيتسع أمامنا نطاق العلوم الطبيعية إلى حد لا نستطيع الآن أن نكون عنه فكرة . وستظهر لنا عوالم جديدة وطائفة جديدة من الفلاسفة يحجبون عظمة نيوتن وكل معاصريه بما يقومون به من أبحاث فى ميدان جديد . وإذا قدر لذلك الرجل العظيم أن يزور الأرض مرة أخرى ، ويرى تجارب علماء الكهرباء الجدد فإن دهشته لا تكون أقل من دهشة روجر باكون أو سير فرانسيس إذا ما رأيا تجاربه . وإننا إذا نظرنا إلى الصدمة الكهربية نفسها نظرة دقيقة فإنها ستثير دهشتنا كأى اكتشاف توصل إليه » .

وزادت المعرفة بالكهرباء زيادة عظيمة مرة أخرى بدراسة الصدمات الكهربية دراسة دقيقة . فقد كان لويجى جلفانى أستاذ التشريح فى جامعة بولونيا يبحث كغيره من علماء البحوث الطبية فى ذلك العهد فى تأثير الصدمات الكهربية على الجسم . وفى يوم ما كان أحد الأشخاص يدير آلة كهربية فى معمله فى وقت كان فيه بعض الضفادع المشرحة موضوعة على مقعد قريب منه ، ولمس شخص آخر عصبا مكشوفا لإحدى الضفادع بمشرط بمنتهى الخفة . ومن الطبيعى أن مثل هذا اللمس الخفيف لا يحدث أى انتفاض ولكن فى هذه الحالة انتفضت ساقا الضفدعة بعنف ، ولاحظ الحاضرون هذه الظاهرة ووجدوا أنها لا تتكرر إلا إذا دارت الآلة الكهربية .

أدرك جلفانى أهمية هذه الظاهرة ، وأخذ يبحث فيها إحدى عشرة سنة ، وبين أن من الممكن إحداث هذه الحركة إذا ما اتصل كل من العضلة والعصب المتصل بها

بنوع معين من المعادن ، ويتصل كل من المعدنين بالآخر ، وعزا الحركة إلى والكهربية الحيوانية المتولدة فى الضفادع » .

وقام بتحليل مشاهدات جلفانى الهامة ، العالم الإيطالى الساندرو فولتا ، وكان واضح الفكر وله قدرة عظيمة على إجراء التجارب ، فوضع صفيحة رقيقة من القصدير على طرف لسانه وقطعة من العملة الفضية أسفله ، ولما وصل بينهما بسلك من النحاس شعر بحرارة . وحين وضع قطعة من العملة المعدنية على جبهته وجسما معدنيا آخر على سقف حلقه ثم وصل بينهما ، رأى بريقا من الضوء ، فاستنتج أن الكهرباء لا تأتى من أنسجة جسمية كما ظن جلفانى وإنما من اتصال المعادن . وقال إنها هى التى تولد الكهرباء وليس للأعصاب دخل فى ذلك .

ثم بدأ يبحث لمعرفة هل من الممكن توليد الكهرباء من معدنين بطرق أخرى ، فاستعمل سوائل مختلفة بدل أنسجة الضفدعة التى استعملها جلفانى فى تجاربه واكتشف أن الكهرباء تسرى فيها . ثم اهتدى إلى أعظم اكتشاف كهربى بعد اكتشاف الكهرباء نفسها . إذ وجد فى تجربته أن التأثير الكهربى رغم ضآلته مستمر ، وبذلك يكون قد اكتشف التيار الكهربى . ولم يقنع بذلك بل اكتشف كيف يضاعف قوة التيار بأن أتى بعدة صفائح معدنية يفصل بعضها عن بعض قطعة قماش مبللة وربط بعضها ببعض . وأرسل وصفا للبطارية التى اخترعها إلى الجمعية الملكية فى فى لندن التى نشرته عام ١٨٠٠ .

ولقد أثار اكتشاف التيار الكهربائى اهتماما عظيما فدعا نابليون فولتا لعرض بحوثه فى باريس ، وأغدق عليه إمبراطور النمسا كثيراً من العطايا . ولم تمض أسابيع قليلة حتى كان التيار الكهربائى قد استخدم فى تحليل الماء . وأخذ همفرى دافى — وكان إذ ذاك فى الثانية والعشرين من عمره — يدرس الظاهرة الجديدة بحماس شديد ، وسرعان ما حلل القلويات الكاوية واكتشف الصوديوم والبوتاسيوم ، ومرر تيارا كهربائيا فى لوحين من الكربون متصلين ببعضهما ، واكتشف القوس

الكهربى واستخدمه كفرن كهربى لتحليل المواد . وكان من رأيه أن يكون تعيين المناجم بواسطة التيارات الكهربائية التى تحدثها فى الأرض . واخترع طريق التطبيب بالأيونات بأن اقترح استخدام التيار الكهربائى لإخراج المواد الملتهبة من الجسم .

ورغم كل هذا التقدم لم تكشف العلاقة بين الكهرباء والمغنطيسية .ولقدلوحظ من قديم الزمن أن البرق يمغطس الأشياء المصنوعة من الصلب ، ولكن لم يكن من المستطاع التحكم فى تلك الظاهرة ، كما كانت أهميتها موضع شك . وأجرى العلماء التجارب الكثيرة للبحث عن هذه الظاهرة ، وأخيراً اكتشف أرستد أستاذ الفلسفة الطبيعية بجامعة كوبنهاجن عام ١٨١٩ أن التيار الكهربائى يلوى القطب المغناطيسى حوله . وعقب ذلك مباشرة وضع أمبير نظرية كاملة عن العـــلاقة بين الكهرباء والمغنطيسية . وكان أول من قال بوجوب استخدام انحراف المغنطيسات كوصـل برق . وبين فاراداى عام ١٨٢٣ أن السلك الذى يمر فيه تيار كهربائى يمكن أن يدور حول قطب المغناطيس، وبذلك اخترع أول محرك كهربائى . وفى عام١٨٢٥ اخترع سبرجن المغناطيس الكهربى . ومنح من أجل ذلك مكافأة قدرها خمسة وعشرون جنيهاً . اخترع المحول ولكنه لم يكافأ على ذلك ومات معدماً .

ولما أظهرت تجارب أرستد أن من الممكن الحصول على المغناطيسية من الكهرباء حاول كثير من العلماء الحصول على التيار الكهربى من المغناطيسية . ولقد كان ذلك عسيراً على خلاف ما كان متوقعاً . ولم تحل هذه المسألة إلا عام ١٨٣١ عنـــد ما اكتشف فاراداى التيارات التأثيرية ، وكان التأثير زواغاً لأن أحداً لم يتوقع ضرورة الحركة النسبية بين السلك والمغناطيس . ولم تظهر أى حركة نسبية فى تجربة أرستد عند ما كانت إبرة المغناطيس دائمة الانحراف بتأثير التيار الثابت ، وكان فى الواقع هناك حركة نسبية أحدثهـــا التيار غير مشاهدة . وهى أساسية فى الظواهر الكهروطيسية . وبعد مرور قرن على ذلك اخترع أنشتين نظرية النسبية من دراسة المجال الكهروطيسى .

ويرجع نجاح فاراداى إلى استعماله للمغناطيس الكهربى الذى عمله جوزيف

هنرى العالم الأمريكى الذى استخدم طرق جيمس وات الهندسية لتحسين المغناطيس الكهربى ، وأخذ يجرب بانتظام عدة تصميمات حتى وصل إلى أقواها ، وحول المغناطيس الكهربى من لعبة إلى آلة . ولم يكن فى استطاعة فاراداى أن يكتشف شيئاً دون أن ينتفع بأعمال جوزيف هنرى . وعلى ذلك فالطرق الهندسية التى أوحت بها الصناعه ساهمت جدياً فى نجاحه .

ولقد أصبح معروفاً الآن كيفية توليد الضوء والحرارة والاتصال والحركة بواسطة الكهرباء . وأدى ذلك إلى انتعاش الصناعة وتقوية الآمال الاجتماعية التى عبر عنها بحماسة شديدة دافى وشلى وجول وغيرهم ، ورأى بعيدو النظر من الناس أن الأجهزة الكهربائية ستكون مورداً للربح ، فعمل المخترعون على تحسينها . وكان الضغط الاجتماعى للنهوض بالآلات الكهربائية شديداً للغاية فى قارة أمريكا حيث الغنى الوفير والأرض البكر التى تتطلب مواصلات سريعة تعمل على وحدتها السياسية وتقدمها المادى ، وأصبحت الحاجة ماسة بعد اختراع الطرق الحديدية الجديدة فى أوربا إلى مواصلات سريعة . والقطر السريعة لا يمكن تسييرها من غير أن يكون هناك نظام سريع للإشارات .

واخترع الرسام الأمريكى مورس والعالم الإنجليزى ويتستون فى وقت واحد تقريباً أول موصلات برقية كهربية سهلة الاستعمال ، وكان تقدم التلغراف الكهربى فى الولايات المتحدة عوناً عظيماً على العمل فى سوق الأوراق المالية . وتضمن انتصار الشمال على الجنوب فى الحرب الأهلية غلبة الصناعة والتجارة على الزراعة . وأصبح لرجال الأعمال السيادة فى المجتمع الأمريكى ، ووصف إديسون الحوادث التى وجهت قدرته الاختراعية نحو عمل التلغراف ، فقد حدث وهو فى الرابعة عشرة من عمره ـ بينما كان يبيع الصحف فى قطار مسافر إلى دوتريت ـ أن سمع بنتيجة موقعة شيلوه ، وهى الموقعة الفاصلة فى الحرب الأهلية . فأبرق إلى المحطات على طول الخط بأنه آت بأخبار الموقعة فى الصحف التى معه . ولما تجمع الناس فى المحطات لشراء صحفه قال « لقد تحققت أن التلغراف اختراع عظيم » ثم بدأ يتعلم فن التلغراف

بنشاط عظيم . وفى عام ١٨٦٠ عين فى نيويورك . وكانت الشركة تبرق بأسعار الذهب إلى السماسرة والمضاربين . وبعد تعيين إديسون بزمن قليل حاول فسك وجولد احتكار الذهب فى أمريكا وأحدثا أكبر أزمة فى المضاربات التجارية فى القرن التاسع عشر . ولقد وصف ك. ف. آدامز حفيد جون آدامز هذا الحادث وصفاً كلاسيكياً رائعاً كما كتب اديسون بياناً عنه لا يقل روعة عن وصف آدامز ، إذ شاهد كل المضاربين فى بورصة الذهب من على سطح مكتب التغراف وكانوا فى هرج شديد . ورأى سبيير وقد طار عقله والناس من حوله يحاولون إسكاته . ويقول إديسون : جاءنى عامل تلغراف وقال « الحمد لله فنحن بخير لأننا لا نملك شيئاً وإنى لسعيد لفقرنا والفقراء يستمتعون بهذه المناسبات ولكنها نادرا ما تحدث » .

وارتبكت الأعمال فى المصارف وبلغت العمليات المالية فيها خمسمائة مليون من الجنيهات . وبعد ستة أيام من هذا الحادث أسس إديسون شركة لصنع الأدات اللازمة للتلغراف ولعمل الاختراعات حسب الطلب ، وبذلك خلق مهنتين جديدتين لأنه اخترع لقب « مهندس كهربائى » ، وكان أول من حاول أن يجعل الاختراع مهنة . ولقد كان الفنيون قبله يبتكرون التحسينات خلال قيامهم بالعمل ، ولكنه كان أول من حاول القيام باختراعات عند الطلب . ويعتبر هذا تجديداً اجتماعيا لأنه كان خطوة فى سبيل تحويل الاختراع من فن ضال إلى علم .

ونشأ اختراع إديسون للحاكى من اشتغاله بأجهزة التلغراف التى كانت تسجل الوسائل بواسطة إبرة على قرص دائر ، فقد لاحظ أنه إذا رجعت الإبرة على القرص وسارت فى اللولب المحفور فيه فإنها تحدث طنينا . ولقد أوحى إليه ذلك بإمكان صنع جهاز يحكى صوت الإنسان ، وسرعان ما نجح فى صنع ذلك الجهاز .

ووفق كل من بل وآسا جراى إلى اختراع ذلك فى وقت واحد تقريبا بينما كانا يعملان بحماس شديد على تحسين أجهزة التلغراف. وسجلا اختراعهما فى يوم واحد. إلا أن بل كان قد سبق جراى ببضع ساعات .

ولقد كانت الحاجة إلى ربط أمريكا بأوربا سياسيا واقتصاديا قد أثارت الاهتمام بالبحث فى الأسلاك البحرية التى تمتد فى المحيط الأطلسى قبل ذلك ببضع سنوات. واشتغل وليام طومسون الكبير فى ذلك ، وتمكن من اختراع الجلفانومتر ذى المرآة الذى زود الأجهزة الكهربية بدرجة عظيمة من الحساسية . وأدت الحاجة إلى اختبار مقاومة الأسلاك النحاسية المستعملة فى الأسلاك البحرية إلى تحسين أجهزة قياس الكهرباء وإلى تكوين اللجنة الشهيرة فى الجمعية البريطانية للبحث فى المقاييس الكهربائية ، وسرعان ما أوحت بتأسيس المعمل الأهلى للبحوث الطبيعية.

ولقد خلقت دراسة أجهزة الإبراق الكهربى نوعا جديداً من العلماء وهم علماء علم الطبيعة الفنى ، ولم يكن فى انجلترا فى ذلك الوقت جمعية علمية للبحث فى المسائل التى تعنيه . وفى عام ١٨٧٤ أسست الجمعية الطبيعية فى لندن لسد هذا النقص . وقدم ج . أ . فلمنج الذى أصبح فيما بعد مستشارا كهربيا لإديسون وماركونى ، واخترع صمام المذياع أول رسالة لهذه الجمعية عام ١٨٧٤ . وبعد ذلك بخمسة وتسعين عاما — وكان إذ ذاك فى التاسعة والثمانين من عمره — ألقى خطابا فى الجمعية تكلم فيه عن حال علم الطبيعة الفنى وقت أن تأسست الجمعية . وقال إن العلماء الأكاديميين أمثال كلارك مكسويل كانوا يعترضون على قيام الجمعية وعلى ظهور صحيفتها ، بحجة أن البحوث العلمية لا تستحق النشر مالم تحز القبول لدى الجمعية الملكية . ولقد حرم هذا العلماء المشتغلين بفن الإبراق ومسائله العلمية من وسيلة لنشر بحوثهم . واشترت مصلحة البريد العمومية شركات التلغراف بعشرة ملايين من الجنيهات ، ويدل هذا المبلغ على اتساع تلك الصناعة الجديدة وعلى كثرة العلماء المشتغلين فيها نسبيا . ولقد هيأ استخدام المسرة عام ١٨٧٦ والمصباح الكهربى عام ١٨٧٨ إمكانيات التقدم .

ولقد كانت الثورة فى الهند عام ١٨٥٨ أول حافز للحكومة البريطانية على العناية بالسلك البحرى الممتد فى المحيط الأطلسى ، إذ كانت الأوامر قد أرسلت بالبريد البحرى إلى فرقة بريطانية فى كندا للإبحار إلى الهند . وبينما كانت السفينة

فى طريقها إلى كندا خمدت الثورة ولم يعد هناك ما يدعو لإبحار الفرقة إلى الهند . ولكن لم يكن من المستطاع أن يصل فى الوقت المناسب عن طريق البريد البحرى أمر يلغى ما صدر من أوامر . وعند ذلك بحثت الحكومة فى إرسال أمر الإلغاء بواسطة التلغراف البحرى ونجحت فى ذلك مع أن السلك البحرى كان معيبا ، ووفرت خمسين ألفا من الجنيهات كانت ستنفق على رحلة لا داعى لها .

ومع أن كلارك مكسويل كان يعترض على قيام الجمعية الطبيعية فإنه كان عونا كبيرا دون أن يدرى على تقدم العلوم الصناعية . وأخذت الجامعات فى العالم الغربى تعمل رويدا رويدا على تعديل دراسة العلوم لتتفق وحاجة المجتمع التجارى ، وعينت فى القرنين السابع عشر والثامن عشر كثيراً من أساتذة العلوم الرياضية والفلك وكانت أهم ما يهم الملاحين . وكان إسحق نيوتن أعظم هؤلاء الأساتذة . ولقد استمر الفلك الرياضى الذى كان أهم الموضوعات التى يدرسها أهم علم فى الجامعات لما يقرب من قرنين من الزمان بعد عصره الذى كانت فيه التجارة عماد نظام العالم الاقتصادى . ومع أن الجامعات كانت قد وجهت عنايتها إلى علوم أخرى فإنها حفظت لهذا العلم مكانته فى بداية القرن التاسع عشر رغبته منها فى المحافظة على التقاليد الجامعية .

ولقد تخلت التجارة عن الإيحاء بالابتكار إلى الصناعة ، وأفسحت الملاحة الطريق إلى الآلة البخارية والبرق . وتمشيا مع هذه الحركة الاجتماعية حلت الحرارة والكهرباء محل الفلك الرياضى . وأصبح للطبيعة الصدارة بصفتها العلم الأول ، إلا أن الفلك كان فى منتصف القرن التاسع عشر كان لا يزال العلم الأول فى كمبردج . ولم يكن للحرارة والكهرباء مكان رسمى فيها . وأصلح مكسويل منهج دراسة العلوم فى الجامعة ، وأدخل تدريس الحرارة والكهرباء والطبيعة التجريبية ؛ ويعزى إليه كثير من الفضل فى تأسيس معمل كافندش الذى افتتح عام ١٨٧٤ ، وكان هو أول أستاذ للطبيعة التجريبية فيه . وأصبح التدريس فى كمبردج على يد مكسويل صالحا لإعداد رجال ينهضون بالعلم فى عصر صناعى . وأدخلت إصلاحات مماثلة فى جامعات أخرى فى أوربا وأمريكا .

وكانت الإصلاحات التى أدخلها مكسويل على موضوعات الدراسة فى الجامعات تبدو له فى الغالب كأنها تحويل العناية إلى تلك الفروع من العلم التى قد تؤدى إلى اكتشافات هامة . ولم يبحث فى الأسباب التى جعلته يرى أن الحرارة والكهرباء يرجى منهما خير أكثر من الفلك ، فكفاه أن يعرف أنهما كذلك . ولقد أيد التاريخ تماما سداد رأيه ، ولو أنه كان يعتبره فى غير حاجة إلى دليل . ومن السهل الآن معرفة أنه كان الأداة العقلية لتطور نمو القوى الاجتماعية الهامة فى عصره . بينما كان يبدو له أن اختياره لبعض الدراسات كان نتيجة حتمية لما أظهرته من أهمية .

وأشهر أعمال مكسويل المجيدة وليدة دراسته لبحوث فراداى التجريبية فى المغنطيسية الكهربية ، ونجح فى التعبير عن النتائج التى أتى بها فراداى فى نظرية رياضية متماسكة الأطراف . وكان فراداى يقول إن التأثيرات الكهربية تنتقل بحركة موجبة.وبين مكسويل أن مثل هذه الحركة الموجبة تتفق رياضيا والحقائق المعروفة عن الكهرباء ، واستنتج أن سرعة انتشار هذه الموجات تساوى سرعة الضوء . ولقد أثبت هرتز عام ١٨٨٧ أى بعد سبع وعشرين سنة وجود هذه الموجات الكهربائية ، وكان قد اخترع الاتصال اللاسلكى ، وبذا أصبح من السهل تفسير بعض المشاهدات الغريبة ، وكان جوزيف هنرى قد لاحظ عام ١٨٤٢ أن القوة المغنطيسية لإبرة فى ملف متصل بمانعة للصواعق تتأثر بومضات على بعد عشرين ميلا ، وبذلك يكون قد شاهد الموجات اللاسلكية دون أن يدرى . ولاحظ د . إ . هيوز عام ١٨٧٢ أن الملف التأثيرى يحدث « تكتكة » فى ميكروفون بعيد عنه . وعرض تجربته على ج . ج . ستوكس وكان وقتئذ رئيس الجمعية الملكية ، وعلى غيره من أساطين علم الطبيعة ، ولكنهم لم يبدوا اهتماما ولذلك لم يستمر فى دراسة هذه الظاهرة . وعلل الظاهرة التى رآها بأنها نتيجة الموجات الكهربائية كذلك . ولدينا قليل من الشك فى أن الموجات اللاسلكية كانت تكتشف ولو لم يكن هناك مكسويل. فتقدم العلم ليس رهناً بعظماء الرجال، ولكنهم يزيدون من سرعة هذا التقدم . ولقد أدى استعمال الأقواس الكهربائية فى الإضاءة إلى زيادة الحاجة إلى القوة الكهربائية .

ولما كان لا يمكن سد هذه الحاجة بالقليل من النفقات باستخدام البطاريات الفولتية، فقد أدخلت تحسينات على المولد الكهربائى (الدينامو) ليحل محلها . واستخدمت الأقواس الكهربائية فى إضاءة الفنارات وأفنية البضائع فى محطات السكك الحديدية والأبنية الكبيرة . ونظرا لقوتها العظيمة التى تجعل استخدامها فى الإضاءة المنزلية أمرا غير ممكن ، فقد حاول كثير من المخترعين صنع مصابيح كهربية صغيرة لإضاءة المنازل ولتفى بحاجة السوق . وأهم من يرجع إليهم الفضل فى حل هذه المسألة إديسون الذى علاوة على نجاحه فى صنع تلك المصابيح ؛ كان قد وضع التصميمات لأجهزة توليد القوى الكهربائية وصنعها ، وكان يبيع الكهرباء كسلعة لأول مرة . وكان عليه أن يخترع عدادات لقياس الكمية المستهلكة وطرقا جديدة للعزل وأسلاكا لتوزيع الكهرباء وأشياء أخرى كثيرة لم يسمع بها من قبل . ولما كانت المصابيح الصغيرة تحتاج إلى تيار يختلف عما يستخدم فى الأقواس الكهربائية فقد أنشأ أنواعاً جديدة من المولدات الكهربية .

وعلاوة على هذه التطورات الفنية التى أحدثها أديسون فقد أخذ يبحث بدقة فى نفقات صناعة غاز الإضاءة ليعرف الظروف التى تمكنه من النجاح فى منافسته . ولقد أدى هذا النوع الجديد من البحث فى كل نواحى الهندسة الكهربية إلى ظهور نوع جديد من المؤسسات وهو معمل البحوث الصناعية . وإن المعمل الذى أنشأه إديسون فى منلو بارك للبحث فى المصابيح الكهربية وكيفية الانتفاع بها لأحسن مثل لمعمل من هذا النوع أنشئ من قبل .

قام إديسون عام ١٨٨٣ بمشاهدة علمية بحته بالغة الأهمية أثناء بحثه فى المصابيح الكهربية . وهى أن تلك المصابيح تكسى من الداخل بغشاء من الكربون إذا طال استعمالها ، وأن أخيلة تظهر أحيانا على هذا الغشاء كما لو كانت دقائق قذفها أحد طرفى السلك ، واعترض طريقها الطرف الآخر ومنعها من السقوط على المصباح .

ولقد دلت البحوث على أن الكهرباء تنبعث حقيقة من السلك المتوهج . وأثبت

فلمنج عام ١٩٠٤ أنه يمكن الانتفاع من هذه الظاهرة بتوليد تيار مستمر من التيارات المتناوبة . وبذلك اخترع الصمام اللاسلكي .

وفى الوقت الذى كان فيه إديسون وغيره ينشئون صناعة الكهرباء كان العلماء فى الجامعات التى تناولها الإصلاح يبحثون فى علم الطبيعة الجديد . وزادت المصابيح الكهربية من أهمية دراسة الأنابيب المفرغة والظواهر الكهربائية المتصلة بها . ولما عين ج . ج . طومسون بعد عشر سنوات من افتتاح معمل كافندش ، أستاذاً فى جامعة كمبردج عام ١٨٨٤ اختار توصيل الكهرباء عن طريق الغازات بوصفه أهم موضوع يرجى الخير من إجراء البحوث فيه . ولم يكن لاختيار هذا الموضوع أى أهمية عملية فى ذلك الوقت ، وإنما كان الحافز له على ذلك شغفه بالبحوث الفلسفية البحتة . وكما أن مكسويل عمل — دون أن يدرك — على أن يكون التدريس فى الجامعة يتفق وحاجات الصناعة، فقد عمل ج . ج . طومسون دون أن يدرى كذلك على أن تكون البحوث التجريبية مفيدة للصناعة . وأدت بحوثه إلى اكتشاف الإلكترون عام ١٨٩٧ . ولقد ظهرت فوائد هذا الاكتشاف فى أوائل القرن العشرين . واتضح أن الذرات تتكون من إلكترونات ودقائق أخرى متكهربة . وسرعان ما عرف أينشتين الكتلة بأنها الطاقة . وظهر أن كل المواد مكونة من الكهرباء . وأخيراً نجحت المدنية الصناعية فى تأويل العالم بعبارات من أفكارها . وفهم العالم على أنه مكون من مادة خام واحدة جامعة هى الكهرباء .

٦٨

الظروف التى أدت إلى الاكتشافات

يمكن تقسيم الظروف التى أدت إلى الاكتشافات العلمية إلى أربعة أنواع : ظروف متصلة بمزاولة الصنعة ، وظروف متصلة بتعليم الفنون ، وظروف متصلة بالسعى وراء التسلية الذهنية ، وظروف متصلة بالبحوث المهنية . فنى النوع الأول تأتى الاكتشافات عرضا للصناع خلال عملهم اليومى وتوحى الخبرة بكيفية تحسينها . ولقد حصل الإنسان بتلك الطريقة على شىء كبير من العلم . وما زال كثير من الأعمال التى يمارسها الإنسان فى هذه الأيام فى بعض الفنون كالزراعة مثلا قائما على هذا النوع من العلم .

وفى النوع الثانى تكون الاكتشافات على يد معلمى الفنون نتيجة لتفكيرهم فيما يعلمون ، وهذا من خصائص البحوث الأكاديمية .

وفى النوع الثالث تكون الاكتشافات على يد هواة أثرياء يبغون المتعة من إشباع حبهم للاستطلاع والسعى وراء مكانة أدبية . وفى كثير من الحالات يجمع هؤلاء الهواة بين هذا الباعث والرغبة فى الكسب . ومن أهم الأمثلة لذلك مركيز ورسستر فى القرن السابع عشر وسير تشارلس بارسنز فى القرن التاسع عشر .

وفى النوع الرابع تكون الاكتشافات على أيدى المشتغلين بالبحوث المهنية ، وهم الذين يتخذونها موردا لرزقهم .

وتختلف مقادير الاكتشافات التى تنسب إلى كل نوع من هذه الأنواع باختلاف العصور ، فنى عصور ما قبل التاريخ كانت الاكتشافات فى الغالب على أيدى رجال من النوع الأول . وفى أيام الإغريق كانت على أيدى رجال من النوعين الثانى والثالث . وفى القرنين الأولين بعد عصر النهضة زادت نسبة الاكتشافات على يد رجال من النوع الثالث . وفى أثناء السنوات المائة الأخيرة نقصت اكتشافات النوعين الأول والثالث كثيرا ، وزادت اكتشافات النوع الثانى ، بينما بدأت اكتشافات النوع الرابع أى اكتشافات المشتغلين بالبحوث المهنية . والاكتشافات العلمية فى

عصرنا هذا مقصورة فى الغالب كلية على المشتغلين بالبحوث الأكاديمية ، والبحوث المهنية .

بل أصبح للاكتشافات الأكاديمية،أى اكتشافات النوع الثانى كثير من خصائص بحوث النوع الرابع ، نظراً لإنشاء الكراسى ، والمنح فى الجامعات التى تقدم البحث على التدريس .

ويرجع اختفاء البحوث بين الصناع والهواة الأثرياء إلى حد ما إلى تغير مستلزمات التجارب ، فالأجهزة اللازمة لكثير من البحوث الحديثة كثيرة الكلفة ويصعب فهمها وإدارتها ، وقد يحتاج الهاوى الثرى إلى قضاء خمس سنين فى دراسة علمية مضنية قبل أن يستطيع الاستمتاع بأجهزته . ولذلك فهو أميل إلى منح الهبات لإجراء البحوث بدلا من أن يقوم بها بنفسه .

ويستطيع الصانع الماهر فى هذه الأيام أن يقوم ببحوث فردية ضئيلة ، لأنه لا يستطيع الحصول على الأجهزة اللازمة ، ولم يعد فى عمله اليومى يدير آلة كاملة .

وكان الصانع الماهر قبل تقسيم العمل وتطور الآلات التى تدار بقوى عظيمة يصنع الآلات التى يحتاج إليها ، وكانت بسيطة حتى أنه كان يعرف جميع أجزائها بوجه عام . أما الآن فإنه يصنع جزءا من آلة وضع تصميمها رجل آخر ، ولا يفهم غالبا جميع أجزاء الآلة التى يديرها ، ولا يعرفها المعرفة التامة التى تمكنه من العمل على إدخال تحسينات عليها .

ولقد أصبح قيام الفرد وحده بالاكتشاف أصعب من ذى قبل لأن إنتاج المصانع حل محل إنتاج الفرد . وحل فريق من العلماء الذين يعملون فى معمل كبير يشبه المصنع محل العالم الذى يعمل فى معمله الخاص . ومعظم الاكتشافات فى هذه الأيام يقوم بها علماء ينتظمون فى جماعات ويسيرون طبق خطة موضوعة للبحث فى معامل البحوث الصناعية والطبية والجامعية .

ويمكن تقسيم معامل البحوث الصناعية إلى نوعين : نوع تابع لشركات خاصة، ونوع تابع للحكومة . ولقد نشأت معامل النوعين من جهود الصناع الماهرين فى خدمة الحكومة والأفراد . ويحتفظ كل نوع بطابع من هذين الأصلين .

ويظهر انتقال البحوث من أيدى الأفراد إلى أيدى الجماعات فى أعمال شركة بولتن ووات فى القرن الثامن عشر ، إذ أدخل وات ومردوك وسذرن وغيرهم من أعضاء الشركة تحسينات على الآلات أثناء عملهم اليومى ، كما كانوا يجرون البحوث المنتظمة فى بعض المسائل مثل قياس القوة . وكانوا يبحثون مشاكلهم مع سمول وبريستلى وغيرهما الذين كانوا يعتبرونهم مستشارين للبحوث العلمية . ولكن بحوثهم هذه كانت لا تسير وفق منهج واضح المعالم ، ولم يكن سمول وبريستلى مستشارين رسميين للبحوث ، ولم يعتبرا أن هذا العمل مهنتهما .

ولاهتمام الحكومات بالأسلحة أثر عظيم فى تقدم العلم . وكانت مصانع الأسلحة أكبر المصانع فى العصور الوسطى وما زالت كذلك فى العصور الحديثة . وكلمة arsenal (مصنع الأسلحة) مأخوذة عن اللغة العربية ، وهى بذلك تكشف عن أثر المسلمين فى خلق الصناعة الحديثة . ولقد أنشأ الإيطاليون مصنعاً للأسلحة وكان له شهرة عظيمة فى أيام دانتى ، كما كان مصدر الوحى لجاليليو . واستعمل لافوازييه ما فى مصنع الأسلحة فى فرنسا من معادن وأجهزة وغيرها لإجراء التجارب التى وضعت أسس الكيمياء الحديثة . ويرجع الفضل فى نتائج بحوث رمفورد فى طبيعة الحرارة إلى النطاق الواسع الذى كانت تجرى عليه التجارب فى مصنع الأسلحة فى بافاريا التى كانت تحت إمرته .

ومع أن جزءاً كبيراً من البحوث العلمية فى بعض الممالك كبريطانيا تجرى فى معامل البحوث الصناعية فإنه لا يمكن الحصول على بيان كامل بتلك المعامل ، إذ ليس لزاماً على أصحاب معامل البحوث فى مجتمع قائم على المشروعات الخاصة أن يذيعوا بياناً عن معاملهم وبحوثها وموظفيها وأجهزتها أوحتى عن وجودها . ولقد كان هذا الاعتقاد من خصائص رجال الصناعة فى القرن التاسع عشر . ولكن أخذ يحل محله تدريجيا الاعتقاد فى ضرورة جمع ونشر البيانات الخاصة بمعامل البحوث وغيرها من المنشآت .

وهذه الفكرة حديثة العهد ولكنها آخذة فى الاتساع لعدة عوامل ، منها نشر العلم الذى يؤدى إلى تنظيم الصناعة والبحث تنظيما أكثر اقتصادا ، واكتشاف

ما لنشر البحوث من قيمة عظيمة فى الإعلان عنها ، واتجاه الحركة الاجتماعية العامة نحو التنظيم الجمعى .

وفى عام ١٩٣٦ نشر بيان عن مائة وعشرين معملا للأبحاث فى بريطانيا العظمى وكان للحكومة منها تسعة عشر معملا .

وفى الجامعات والكليات الجامعية فى بريطانيا ما لا يقل عن أربعمائة قسم للعلوم مزودة بالمعامل التى تختلف كثيرا فى سعتها وأجهزتها ، وتجرى فى معظمها بعض البحوث ، وكثير منها قديم بل وأقل صلاحية لإجراء البحوث منه للتدريس. ويتكلف المعمل الصالح فى هذه الأيام ما يقرب من خمسين ألفاً من الجنيهات بينما تكلفت أحسن المعامل فى جامعات أكسفورد وكمبردج وبرستول وجلاسجو وأدنبرة من مائة ألف جنيه إلى مائتين وخمسين ألفاً من الجنيهات .

ولا يعرف بالضبط عدد العلماء فى بريطانيا العظمى ، ولكن بسجل الجمعية الملكية سبعة آلاف عالم معظمهم يقوم بالبحث أو فى وسعه أن يساعد فيه .

وبسجلات وزارة العمل ستة وثمانون ألفاً من المهندسين والفنيين ، ولكن ليس هذا كل ما هنالك . ويقوم بالبحث فى مسائل الزراعة وفلاحة البساتين ومصائد الأسماك ستون معملا فى بريطانيا العظمى ، وكثير من هذه المعامل جزء من الأقسام فى الجامعات أو متصل بها .

وتقدمت العلوم الطبية على يد الأطباء الذين يشتغلون بمفردهم أو كمدرسين فى المستشفيات المدرسية . ولم تتقدم كثيراً نتيجة البحوث الفردية التى قام بها الهواة الأثرياء لأنها موضوعات غير شائقة وليس فيها متعة ذهنية،ولذلك كانت البحوث الطبية كمهنة أحدث من البحوث الصناعية كمهنة .

ولقد ساهم المعلمون فى تقدم الطب أكثر مما فى الفنون والصناعات ، ويرجع ذلك إلى سمو مركز الأطباء الاجتماعى فى المجتمع قديما . وكان طالب الطب عادة — بخلاف الصانع — من طبقة تستطيع تحمل نفقات التعليم . ولقد أنشئت مدارس عظيمة للطب فى بلاد الإغريق القديمة ، وكانت ملحقة بالملاعب العلاجية والمستشفيات وساهمت فى التعليم والبحث . ولا يزال بعض مستشفيات مدارس

الطب والمعامل فى بريطانيا العظمى مستقلة بذاتها عن الجامعات . وفى لندن وحدها ثلاثة وعشرون مستشفى ومدرسة للطب تعترف جامعة لندن بمعلميها ، إلا أن الطلبة فيما يقرب من ثلاثة أرباع هذه المدارس قليلو الاتصال بغير طلبة الطب الجامعيين .

وعدد معاهد البحوث الطبية التى يشتغل أعضاؤها بالبحث وليس بالتدريس قليل جدا فى بريطانيا إذ أن عددها ثلاثة عشر كما يتضح من دليل الجامعات السنوى .

ويعزى هذا التأخر فى النهوض بالبحوث الطبية الفنية إذا ما قورنت بالبحوث الصناعية الفنية إلى عدة عوامل : فالموضوعات الطبية أصعب من الموضوعات الصناعية ، وتتركز البحوث الطبية فى جسم الإنسان بينما تجرى البحوث الصناعية فى أشياء كثيرة متنوعة، ويجد المشتغلون بها بسهولة أكثر المسائل التى تتفق واستعدادهم والتى يتوقعون سهولة حلها . وتركيب جسم الإنسان معقد جداً ويهيء ميداناً فسيحا للبحث، إلا أن كثيراً من العلماء لا يجدون فى أنفسهم القدرة على البحث فيه ، ويفضل معظمهم البحث فى علم الحياة الذى يعرض كثيرا من الظواهر الطبيعية المختلفة والموضوعات التى يستطيعون تناولها . ويبحث علم الحياة فى كائنات أقل تقدما من الإنسان وأبسط منه ، ويمكن تحليلها بسهولة وبذلك تهيء للباحث الوسيلة لفهم جسم الإنسان المعقد الذى لا يمكن فهمه بالدراسة المباشرة .

وقلة الهبات السبب الرئيسى فى عدم تقدم البحوث الطبية الفنية ، إذ أن غالبية المرضى يرضون بدفع كل ما يستطيعونه مقابل العلاج الذى يعطى لهم شخصيا ، ولكنهم لا يهتمون بإعانة البحوث التى قد لا يكون لهم منها فائدة عاجلة ولو أنها قد تفيد كل إنسان ، كما أنهم لا يحبون المطالبة بالإنفاق عليها من الأموال العامة . ويدفع الناس سنوياً مبالغ طائلة للأطباء الذين يعالجونهم ويميلون إلى الاعتقاد بأن فى هذه المبالغ ما يكفى للإنفاق على البحوث الطبية .

وكبر دخل الأطباء كثيرا ما يصرفهم عن البحث الذى لا يتقاضون عليه أجرا عاليا . ولهذا السبب يتقاضى علماء الطب مرتبات أعلى من العلماء أمثالهم الذين يشتغلون فى فروع أخرى من العلم .

ولقد بدأ تنظيم البحث فى العصور الحديثة من القرن السابع عشر ، وقام به

فى إنجلترا بصفة غير رسمية أعضاء الجمعية الملكية الذين كان لهم دخل من مصادر أخرى . ولما كان الأعضاء غير ملزمين بالاستمرار فى إجراء البحوث فإنهم كثيراً ما كانوا يبدأون البحث فى بعض الموضوعات ثم يتركونها .

وكانت الأكاديمية الفرنسية هيئة رسمية أكثر من الجمعية الملكية . وكان فولتير يقول إن فى هذا نفعا كبيراً ، لأن الجمعية الملكية كان ينقصها شيئان جوهريان للإنسان : المكافآت والقوانين . وكان العضو فى الأكاديمية الفرنسية يتقاضى مرتبا ضئيلا إلا أنه كان مضمونا ويساعده على متابعة البحث .

ولقد كانت الحكومة الفرنسية تستشير الأكاديمية وأعضاءها فى العلوم والفنون وحقوق الاختراع ، وكانوا سندا قويا لها فى نهاية القرن الثامن عشر . ولو كانت السيادة ترجع للعلم وحده لكان الفرنسيون قد دخلوا القرن التاسع عشر ولهم السيادة التى لا شك فيها . ولكن كانت إنجلترا تفوق فرنسا فى إمكانياتها وفى مركزها الاقتصادى ، وهيأ لها ذلك الأساس الذى استطاعت به العلوم فى إنجلترا رغم رداءة تنظيمها أن تدرك العلوم فى فرنسا . ونظرا لسهولة العثور على حقول الفحم وسهولة النقل بالماء نجح رجال الصناعة فى إنجلترا دون أن يحتاجوا إلى معاونة علمية منتظمة من الحكومة ، ولم يلجأوا لاستشارة الحكومة إلا عند الضرورة القصوى . وكانوا يعتمدون على مستشارين من موظفيهم الدائمين ولو أنهم لم يوالوا البحوث المنتظمة .

واتبع رجال الصناعة فى أمريكا نفس الخطة فى بداية القرن التاسع عشر ، إلا أن ظروفهم كانت تختلف كثيراً ؛ إذ كانت بلادهم أوسع ، وإمكانياتها الاقتصادية أعظم ولكنها كانت فى حالة غير متقدمة . ولقد أدت ندرة العمال وتوقع الربح العاجل إلى اختراع الوسائل التى بها يمكن الاقتصاد فى العمال . ومن الأمثلة الرائعة لذلك استخدام ماكينة الخياطة فى أمريكا عام ١٨٤٦ .

قلل عدم وجود صناعات صغيرة ذات تقاليد راسخة قديمة من المعارضة فى إنشاء صناعات كبيرة جديدة حسنة التنظيم . واحتاج الناس المبعثرون فى الجهات المختلفة

وأصحاب رءوس الأموال الذين يودون تتبع استغلال أموالهم إلى طرق مواصلات أفضل. واستغل الناس أموالهم فى طرق المواصلات . وأصبح امتلاكها مصدر قوة كبيرة لأصحابها لأن المواصلات هى الأعصاب التى بها ينظم المجتمع .

وفى هذا الوقت اكتمل التلغراف واخترع التليفون . وأنشأ إديسون كما سبق القول أول معمل للاختراع المنتظم . وكان هذا مقدمة لقسم البحوث الشهير فى شركة جنرال إلكترك الأمريكية .

ولقد أدى اختراع التليفون وتقدمه وصناعته على يد بل إلى إنشاء معامل تليفونات بل،وهى أكبر معهد للبحوث الصناعية فى العالم ومثل رائع لمظاهر البحوث الصناعية الحديثة واتجاهاتها .

٥٩

معامل البحوث الصناعية

نشأت صناعة التليفون نتيجة لاستخدام آلة التليفون الذى اخترع ليسد حاجة المجتمع . ولقد كان اختراعه على يد جراهام بل فى مدينة بوسطن عام ١٨٧٥ بينما كان يبحث فى تطبيق الدوائر الكهربائية التى تولد الأمواج على الخطوط التلغرافية المتعددة . وهو ابن ا . م . بل الذى قام ببحوث عملية فى تحليل الكلام ووظائف أعضاء الصوت ومخارج الألفاظ ، ودرس علم الفصاحة فى لندن . ولقد تعلم جراهام فن تعليم الصم من والده ، ثم هاجر إلى بوسطن حيث اشتغل بهذا النوع من التعليم بجانب عمله فى البحوث المتعلقة بالتلغراف . وكان معداً إعداداً مناسباً لمعالجة تلك المسألة الفنية التى قام بحلها بنجاح تام . ولقد عاونه أصحاب المال ورجال الهندسة فى استخدام اختراعه ، وبذلك خلقوا صناعة التليفون .

وكان البحث هو القابلة التى قدمت للمجتمع نسل التليفون . ولما كبر هؤلاء الأبناء اتسعت دائرة البحوث التى كانت تحيط بهم . فالتليفون نشأ فى المعمل ولما كبر ، كبر المعمل معه .

وما زالت شركة التليفونات فى الولايات المتحدة تحمل اسم المخترع إذ تسمى شركة تليفونات بل ، وهى تدير سبعة عشر مليوناً وخمسمائة ألف من التليفونات ، وتستخدم أكثر من ثلثمائة ألف شخص . وتتكون من ثلاث شركات ، منها واحدة لصيانة التليفونات وإدارتها ، وواحدة لصنع الأجهزة ، وواحدة لإجراء البحوث . وتسمى الشركة الأخيرة بمعامل تليفونات بل وهى مستقلة إسمياً ولكنها لا تجرى بحوثاً لشركات لا تنتمى لشركة بل .

وكان لكل من الشركتين الإدارية والصناعية فيما مضى معملها الخاص

للبحوث ، إلا أنهما اندمجتا فى بعضهما وأصبحتا معملا واحدا فى شارع وست فى فى مدينة نيويورك ، والدار التى يشغلها المعمل لم تكن مبنية لذلك الغرض إذ كانت فى بادىء أمرها مخازن للبضائع . وهى عبارة عن ثلاثة عشر طابقا . وتبلغ مساحة الحجرات المخصصة للبحوث والإدارة والمصانع حوالى أربعة آلاف ومائتى شخص ، منهم ألفا مهندس وعالم . ويشتغل معظم هؤلاء الموظفين فى حل المسائل الروتينية ، ولكن هناك ما يقرب من خمسمائة موظف يشتركون فى طبع ونشر البحوث المبتكرة التى يقوم بها المعمل .

وتنطوى مسائل التليفون الفنية على كثير من العلوم ؛ إذ يجب أن تصنع أجهزة الإرسال والاستقبال الجيدة من مواد لها خواص كهربائية مغنطيسية مناسبة . ويتطلب تصميمها مهارة فى استعمال التيارات والدوائر الكهربائية وتوليد الخواص السمعية الصحيحة . وإرسال التيارات فى أسلاك تمتد آلاف الأميال يثير مشاكل أخرى كثيرة ، فعلاوة على وجوب حفظ الرسائل التى تجتاز المسافات الطويلة واضحة غير محرفة ؛ يجب صنع أسلاك متينة ، فالأسلاك عرضة للتقلبات الجوية ، وعلى العلماء اكتشاف معادن تقاوم التآكل والبلى ، ودوائر لا تتأثر إلا قليلا جدا بالاضطرابات الناتجة عن التيارات التى يحدثها البرق وغيره . وعليهم أن يكتشفوا الطريقة التى بها يمكن حفظ الأعمدة الخشبية المقام عليها الأسلاك من التلف والحشرات التى تنخرها وعليهم كذلك أن يفسروا كل عطل غير متوقع يطرأ على المواصلات التليفونية وأن يجدوا العلاج له .

وتثير صناعة آلات السنترال وأجهزته ولوحات التوزيع والكابلات وغيرها سلسلة أخرى من الاختبارات والبحوث الروتينية . ويجب التغلب على الصعاب التى تظهر فى أثناء العمل فى المصنع . وتهدف هذه البحوث وغيرها إلى إتقان كل الأجهزة الخاصة بالتليفون .

وهناك قسم آخر للبحث فيما يؤدى إلى النهوض بمخترعات جديدة مثل نقل الصور بالتلغراف والتلفزيون ، وباكتشاف آراء جديدة تنبىء عن وسائل الاتصال

فى المستقبل فتعمل المصانع على إعدادها . ومن الجائز أن تكون كلها من طرز جديدة .

وينشر جزء كبير من البحوث ، التى تقوم بها الشركة فى مجلة الشركة التى تحوى ، مجلداتها أكثر من ألف بحث ، وهى مقسمة إلى الموضوعات الآتية : السمعيات ، والكيمياء، والطبيعة المعاصرة، والتبلور ، وتوزيع الإلكترون، والمغنطيسات، والطبيعة الرياضية، والتعدين، والبصريات، والتصوير بالكهرباء، والأيونات الحرارية، والأجهزة، والمقاييس ، والعزل ، ووسائل الاتصال التى تنقسم بدورها إلى : إرسال الصور باللاسلكى، والصور الصوتية والتلفزيونية، والمذياع، والتلغراف والتليفون، والأنابيب المفرغة وغيرها .

وتتوقف صلاحية التليفون على ملاءمته لخصائص كلام الإنسان وسمعه . وكثيرا ما يعطى طالب مخابرة تليفونية رقما خطأ لأن العامل فى السنترال لا يفهم كلامه تماما . ولقد قام هارفى فلتشر وزملاؤه بدراسة هذه المسائل فى معامل بل وأدخلوا تحسينات كبيرة فى البحوث التى تجرى فى السمعيات . وصنعوا ميكروفونا وتليفونا ينقل صوت الإنسان من غير تحريف ، وأثبتوا أن أذن الإنسان تختلف فى حساسيتها . فإذا استمع جماعة من الناس إلى خطيب ما ، فإن كلا منهم يسمع عدة أصوات تختلف قليلا عما يسمعه الآخر . ويأخذ كل منهم يفسر ما يسمعه على أساس يخالف غيره ، علاوة على الصورة السيكولوجية التى ترتسم فى ذهن كل منهم .

ولقد وجد أن خمسين فى المائة من الأخطاء فى السمع ترجع إلى أصوات ث و ت و ف و ف التى تتوقف كلها على الموجات الصوتية ذات التردد العالى . وكان لهذا البحث أثر عظيم فى تحسين الأفلام الناطقة وأسطوانات الحاكى والتليفون ، كما كان عظيم القيمة للعويين والممثلين والأطباء . وتدل أسماء الرسائل الآتية وهى قليل من كثير على مدى ما وصلت إليه البحوث فى هذا الموضوع : طبيعة اللغة ، والخواص الطبيعية للكلام والموسيق ، والضوضاء ، وارتفاع الصوت والباعث الطبيعى عليه ، والأصوات فى الخلاء وفى داخل المبانى .

وتصف إحدى الرسائل تركيب حنجرة صناعية إذا ما أصيب مريض بسرطان فى الحنجرة وفقد القدرة على الكلام نتيجة لعملية أجريت له . ولقد قام العلماء يبحثون فيما إذا كان من الممكن تزويده بجهاز يمكنه من إسماع صوته . ومع أن المحاولة فشلت إلا أن البحوث استمرت وابتكرت الحنجرة الصناعية التى أعادت القدرة على الكلام إلى كثير من الرجال والنساء الذين بترت قصبتهم الهوائية فى عمليات البلعوم التى أجريت لهم .

واستعملت أجهزة السمع التى اقتضاها التليفون فى دراسة أصوات القلب والرئتين . وهناك رسائل كيمائية كثيرة تتكلم عن خواص الكربون الذى يستعمل فى أجهزة الإرسال وعن تآكل المواد والعزل .

ودرس ر. ر. ويليامز أثر الرطوبة فى المطاط والأقمشة التى تستعمل فى العزل، ونشر بحوثاً فى الطرق الكيميائية لحفظ خشب أعمدة التليفون . واستعمل مهارته فى الكيمياء الحيوية فى دراسة الفيتامينات ووضع قانون فيتامين ب وصنعه ، وهو ما يسمى ثيامين . وينتج عن خلو الطعام منه مرض البرى برى .

وكان قد حصل مصنع هولندى فى جاوه لأول مرة بعد بحث استمر ثلاثين عاما على عينات نقية من فيتامين ب الطبيعى ، فأخذ وليامز وزملاؤه فى تحليل هذه العينات بما لديهم من وسائل . ثم أخذوا خلاصة قشر الأرز الذى ملأ حوضا سعته ١٣٠٠ جالون ، وأذابوها فى نصف سنتيمتر مكعب من الماء . فوجدوا أن قشر الأرز لا يحتوى إلا على أربعين أو خمسين فى المليون من الفيتامين . وبذلك نجحوا فى تحليل عينة الفيتامين الطبيعى ووضعوا بعد ثلاث سنوات فيتاميناً له نفس خواص الفيتامين الطبيعى .

ومع أن هذا الفيتامين يوجد فى مئات من مختلف أنسجة الجسم لا تصنعه أنسجة الجسم الحيوانى وإنما الذى يصنعه هو النبات . ومن المحتمل أنه يصنع فى أوراق الشجر وينتقل إلى الجذور . وهو مركز فى الحبوب لأقصى حد . ويبدو أن عمله متصل بتمثيل السكر والنشا . ويقول وليامز إن البذور تحتوى على كمية كبيرة منه نسبيا ليستطيع النبات الانتفاع فى نموه بما فيها من نشا قبل أن تثبت الأوراق التى تستطيع صنعه بمعونة

الشمس . وإن الإنسان يرتكب جرما ضد الطبيعة إذا ما أكل البذور ثم ألتى بذلك الجزء من النبات الذى يصنع النشا .

ويعتبر هذا البحث من أعظم البحوث فى الكيمياء الحديثة وهو عظيم المغزى فى علوم الحياة والطب ، وفى مستقبل البحوث العلمية . وهو مثل سيتكرر كثيراً لعالم يشتغل بالبحث فى معمل صناعى، فتعرض له فرص للبحث فى اتجاهات ليس لها صلة ظاهرة بالأغراض الأصلية للعمل . وسيكون تقدم العلم فى المستقبل متوقفا على معاونة معامل البحوث الصناعية .

ويتوقف التليفون اللاسلكى ، والتلفزيون ، والأفلام الناطقة وغيرها من المبتدعات الحديثة على خروج الإلكترونات من سطوح معدنية فى أنابيب مفرغة من الهواء . وعندما تتساقط الإلكترونات على المعادن ، تنتج الأشعة السينية . ومن الجلى أن من الممكن الكشف عن تركيب السطوح المعدنية التى لها أهمية فى صنع الآلات الجيدة بقذفها بالإلكترونات وملاحظة كيفية ارتدادها .

وأجرى دافيسن وزملاؤه بحثاً من هذا النوع ، ولاحظ عام ١٩٢٠ أن الإلكترونات ترتد من سطح من النيكل بطريقة غير منتظمة ، وكان النيكل مكوناً من مجموعة من بلورات صغيرة . وفى عام ١٩٢٧ أعاد البحث مرة أخرى ببلورة واحدة من النيكل . ونظراً لوحدة التركيب كان ارتداد الإلكترونات أكثر وضوحا فى عدم انتظامه . ولم يكن الشعاع المنعكس منتظما ، بل ظهر كحزمة ضوئية متفرقة شبيهة بتلك التى يسبب انكسارها صفوفاً من خدوش متوازية .

وفى عام ١٩٢٤ قال دى بروجلى إن للإلكترونات خواص موجية ، وذكر قانونا لحساب حجم الموجات . وبمقتضى هذا القانون حسب دافيسن كيفية سلوك الإلكترونات ووجد النتيجة تتفق مع المشاهدات التى كان قد حصل عليها من قبل بالتجربة . وأدلى بأول دليل تجريبى على النظرية الموجية للمادة . وبعد ذلك بقليل أتى طومسن بدليل آخر ، واقتسم هو ودافيسن جائزة نوبل تقديراً لبحوثهما الجليلة .

ونشر كثير من البحوث فى نظرية الإحصاء وتطبيقاتها لعلاقتها بهذا البحث .

وتستعمل نظرية الاحتمالات فى إرسال الرسائل التليفونية وفى اختبار عينات أجزاء التليفونات وفى دراسة مقاومة المواد .

وابتكرت عدة أجهزة للمقاييس الكهربية وغيرها مثل الأسلوجراف لبيان مسار الأشعة الكاثودية ، ومحلل الموجات المعقدة ، والساعات البلورية . وهذه الأجهزة تتوقف على الخاصية البيزوكهربية للحجر البلورى وغيره من البلورات ذات الذبذبة المنتظمة . ويمكن استخدامها لوحدات تيارات مترددة منتظمة .

ونجحت معامل بل على يد و . ا . ماريسون فى صنع ساعة حائط من بلور صخرى، وكانت ساعة لا مثيل لها فى دقتها . وكان البلور الصخرى يتذبذب بسرعة مائة ألف ذبذبة فى الثانية ويصدر ألف إشارة زمنية كل ثانية وكانت ترسل بسلك خاص إلى معمل لومس على بعد أربعين ميلا من نيويورك وتقارن بالزمن الذى تبينه ساعة الحائط ذات الخطار . ولما كانت ذبذبة الخطار ترجع إلى الجاذبية بينما لا ترجع ذبذبة البللور الصخرى إليها فقد كان من الممكن البحث عن التباين فى الجاذبية بملاحظة التباين فى سرعة ذبذبة الخطار بالنسبة إلى ذبذبة البلور الصخرى. وأظهرت المقارنة تغيراً كل ست ساعات فى ساعة الحائط ذات الخطار . ويرجع ذلك إلى أثر جاذبية القمر .

وتستعمل ساعة الحائط البلورية أيضاً فى توحيد قياس تردد الموجات اللاسلكية والتيارات الكهربية .

ولقد أدى البحث عن مواد أفضل لتكوين مغنطيسات يمكن مغنطتها وتجريدها من المغنطة بسرعة أكبر وتكون أسرع فى عملها إلى اكتشاف سبائك مغنطيسية جديدة زادت سرعة التلغرافات البحرية خمسة أضعاف ما كانت عليه .

ولما كان حل المسائل الكهربية يحتاج إلى الكثير من الرياضة العالية فقد أجرى البحث فى موضوعات هندسية مثل الدوران فى الفراغ العادى والفراغ الصفرى وغير ذلك .

ودعت ضرورة تغليف الكابلات إلى البحث عن خواص سبائك الرصاص . ومن البحوث التى أجريت على المعادن البحث فى استخدام معادن نفيسة لمنع التأكسد عند انطلاق الشرر الذى يحدث عند الملامسات الكهربية ، وعند تقسية سبائك النحاس ، وعند استعمال القصدير للحام المعادن ، وعند اللحام بالكهرباء .

وكثرت البحوث فى التصوير بالكهرباء لتحسين العين الكهرنورية التى تستخدم كبديل ميكانيكى للعين . ونشرت مئات الأبحاث فى المسائل الفنية المتعلقة بنقل الصور بواسطة اللاسلكى ، وفى التليفون ، ومكبرات الصوت ، وأجهزة التقاط الصوت والتلفزيون .

والبحوث فى اللاسلكى كثيرة جداً ، وهى عبارة عن البحث فى الموضوعات الخاصة بأجهزة الإرسال والاستقبال وانتشار الموجات الكهربية على الأرض والطفيليات الجوية وطبقات الجو العليا وخفوت الصوت .

واخترعت طريقة إرسال الرسائل المختلفة بواسطة تيارات تجرى فى سلك واحد . ولقد أصبح من الممكن إرسال عدة تيارات مختلفة فى نفس السلك الواحد وفرزها عند محطة الاستقبال بواسطة راسخ كهربائى يفصل بعضهما عن بعض . وهذا الراسخ من اختراع كامبل وأدخلت عليه تحسينات كثيرة فى معامل بل .

وهذه الطريقة ضاعفت كثيراً عدد الرسائل التى يمكن إرسالها بواسطة دائرة تليفونية واحدة ، وبذا زاد مقدار الخدمات التى يمكن أن تؤديها مجموعة معينة من الخطوط .

وزاد عدد الرسائل التى يمكن إرسالها بواسطة كابل واحد إذا كان مقطعه على شكل دائرة . ويحاط السلك بعدة عازلات بعيدة بعضها عن بعض فى وسط أنبوبة نحاسية جوفاء . وتسمح الخواص الكهربية لهذا التركيب بإرسال مالا يقل عن مائتى رسالة تليفونية فى وقت واحد . ولما كانت تغيرات صوت الإنسان تحتاج

إلى موجة تسير بذبذبة قدرها أربعة آلاف سيكل فإن السلك ينقل بمجموعة من الموجات تسير بذبذبة قدرها ٨٠٠٠٠٠٠ سيكل، وهذا يكفى لنقل الصور بالتلفزيون. ومن المنتظر حدوث تطورات هامة فى هذا الموضوع .

وأخيراً هناك عدة بحوث طويلة قام بها ك. ك. دارو فى الطبيعة المعاصرة، وهى عرض للتقدم الحديث فى الميكانيكا الموجبة والنشاط الإشعاعى. والأشعة الكونية . والغرض منها مساعدة المهندسين وعلماء الطبيعة الفنيين على تتبع الاتجاه العام للاكتشافات الطبيعية . ويزور دارو أهم معامل الطبيعة فى العالم، ويرى كيفية إجراء أهم التجارب ويعرف طباع العلماء المشتغلين بها، وأراءهم كما يعرف مساعديهم، ويعرف زعماء المستقبل قبل أن تلمع أسماؤهم . وتفيد معامل بل من خبرته كثيراً ويقرأ بحوثه فى الطبيعة كثير من المهندسين وعلماء الطبيعة فى كل أنحاء العالم . وهكذا نشأ عن صناعة التليفون . الدافع على التعلم بخلاف إجراء البحوث. وهذا يدل على أن تقدم الثقافة سيزداد اعتماداً على الحوافز التى يهيؤها اتساع البحوث الصناعية .

ولما كانت الأبنية التى تشغلها معامل بل ليست معدة فى الأصل للبحث ، فقد أنشئت حجرات كثيرة للبحث بإقامة حواجز، ولذلك فهى ضيقة وغاصة بالأجهزة. ولقد كان فى نية شركة بل إنشاء مدينة للبحوث فى ولاية نيوجرى على نهر هدسن، وقدرت تكاليفها بثلاثين مليوناً من الدولارات . وكانت تحتوى على مجموعة من المعامل لكل منها هدف خاص، ولكن أرجىء تحقيق ذلك نتيجة للكساد الصناعى الذى بدأ فى الولايات المتحدة عام ١٩٢٩ .

والبحوث التى تجرى الآن فى معامل بل كثيرة، ولكن يتصل معظمها بالتليفون. وحتى المعامل التى يبدو لأول وهلة أن البحوث فيها لا تمت بصلة إلى التليفون تعمل للوصول إلى معلومات تفيد المعامل التى تبحث فى مسائل التليفون. والفرق طفيف فى مثل هذه المعامل بين البحوث البحتة والبحوث التطبيقية . فقد يكون البحث فى النظرية الموجبة للمادة بحثاً فى الجامعات، ولكنه يعتبر فى أحسن معامل

البحوث الصناعية ضرورياً لتقدم الهندسة الكهربية . ومن العسير تقدير الزمن الذى ينفق فى هذه البحوث فى معامل بل ، ولكن يمكن تقديره على أنه يعادل جهود عشرين إلى أربعين باحثاً . ويندر أن يخصص باحث هناك كل وقته لإجراء بحوث من نوع ما يجرى فى معامل الجامعات . ويخصص عدد كبير من العلماء جزءا من وقتهم لمثل تلك البحوث ، والقليل منهم يخصصون لها كل وقتهم .

وقد يكون معمل البحوث فى مصنع مصابيح فيليبس فى مدينة إندوهوفن بهولندا ، خير معمل للبحوث الصناعية فى العلم . وهو فى مبنى جميل مشيد على أحسن طراز هولندى حديث ، وحجراته وطرقاته رحبة نظيفة هادئة لا تزاحم فيها ولا جلبة ، وخالية من الأقذار التى ترى عادة فى المعامل الصناعية ، ويسوده سكون معاهد العلم لا ضوضاء المصانع ، ولكنه بالطبع بعيد من الحذلقة الأكاديمية .

ولقد نشأ هذا المعمل عام ١٩٢٣ نتيجة للحرب الأوربية التى نشبت عام ١٩١٤ وكانت شركة فيليبس فى ذلك الوقت تصنع عدداً صغيراً من المصابيح الكهربية من الزجاج تستورده من ألمانيا . ولما قامت الحرب امتنع استيراد الزجاج ، فكان على الشركة إما أن تغلق مصنعها وإما أن تكتشف طريقة صنع الزجاج . ولقد كان لهذا المأزق أثره فى تدعيم سنن البحث .

وكان يشتغل بالبحث العلمى فى الشركة عام ١٩١٤ أربعة أفراد ، فأصبحوا خمسة وخمسين عام ١٩٢٤ ، ومائة وخمسين عام ١٩٣١ وبلغوا ٤١٥ عام ١٩٣٦ . وكان فى هذا العدد الأخير أربعون عالما فى الطبيعة ، واثنا عشر كيميائيا ، وخمسة وثلاثون مهندسا ، وواحد وسبعون مساعداً ، وأربعة وعشرون صانعا للآلات ، وواحد وثمانون ميكانيكيا ، وعشرة كهربائيين ، وسبعة وعشرون صانعا للزجاج . ويدير العالم ج . هلست المعمل الذى يعم ربوعه جو من التفكير العلمى على غير المألوف فى مؤسسة صناعية كبرى . ويعزى ذلك إلى حد ما إلى عدم وجود موظفين إداريين إذ أن العلماء رؤساء الأقسام هم الذين يديرون المعمل مباشرة بدلا من المديرين .

وأهم عمل قام به المعمل اختراع طريقة لحام الزجاج بالمعادن ، وكان البلاتين يستعمل سابقا فى أنابيب الأشعة السينية وغيرها لأنه يصلح لذلك . ولكن لما كان استعماله بكميات كبيرة يتكلف كثيراً ، وكان هذا حجر عثرة فى سبيل استخدام أنابيب كبيرة تحتاج إلى أسلاك سميكة لنقل تيارات ثقيلة ، وأخذ بوورز وبل يبحثان عن المعادن التى يمكن لحمها بالزجاج حتى وجدا أن بعض سبائك الحديد والكروم تصلح لذلك . وللوصلات بين هذه السبائك والزجاج من القوة ما يكفى لمقاومة ضربات مطرقة ما ، ولا تتكسر الأشياء المصنوعة من الزجاج الثقيل المعشق بواسطتها بالمعادن إذا ما سقطت على الأرض ، وبفضل هذا الاختراع أمكن صنع صمامات كبيرة لأجهزة الإذاعة اللاسلكية تستهلك قوة مئات من الأحصنة . ولقد استخدم فان دربول مثل هذه الصمامات فى الإذاعة على الموجات القصيرة .

وبين ج . هرتز لأول مرة الطرق العملية فى المعمل لصنع الأسلاك الحرارية المغطاة بالأكسيد فى صمامات المذياع . فكان يغطى الأسلاك بأزيد الباريوم الذى يترك غشاء لا بأس به من الأكسيد إذا ما تحلل .

ولقد قام المعمل ببحوث كثيرة فى مصابيح غاز الصوديوم . ويعتقد أعضاء هيئة البحث أن تلك المصابيح تستطيع إضاءة الشوارع بقوة تصبح معها المصابيح الكاشفة فى السيارات غير ضرورية . ومن اليسير أن تسير العربات بسرعة ستين ميلا فى الساعة فى طرق هولندا المضاءة بالصوديوم دون أن تستخدم أنوارها الكاشفة . ولما كانت قوة إضاءة المصابيح عظيمة فإنه من الممكن الحصول بقليل من النفقات على الإضاءة اللازمة للطرقات المزدحمة بالحركة .

وكذلك أجريت البحوث على مصابيح الزئبق الصغيرة ذات الضغط العالى الذى قد يصل إلى وزن الطن على كل بوصة مربعة وتصل قوة إضاءة هذه المصابيح إلى ١٨٠٫٠٠٠ شمعة لكل سنتيمتر مربع . وهذه أقوى إضاءة من ضوء الشمس الذى يصل إلى ١٦٥٫٠٠٠ شمعة فقط . وتصل درجة حرارة الغاز فى هذه المصابيح ،

التى يقرب طولها من ثلاثة أرباع بوصة وقطرها ربع بوصة ، إلى تسعة آلاف وخمسمائة درجة سنتيجراد . ويمكن استخدام هـذه المصابيح فى إضاءة المطارات وفى التصوير السينمائى وفى أغراض أخرى .

وأجريت بحوث كثيرة فى تصميم مصابيح الأشعة البنفسجية لأغراض طبية ، واختبر تأثير أشعة مصابيح كثيرة مختلفة الأشكال على المواد العضوية . وخلال هذا البحث اكتشف ريرنك وفان ويك كيفية صنع فيتامين د الذى يمنع كساح الأطفال .

وكان فان دربول مدير البحوث اللاسلكية يعنى بدراسة نظرية التذبذبات وبخاصة التذبذبات غير الخطية التى لها أهمية كبرى فى الدوائر اللاسلكية . واستخدم معرفته فى تفسير الذبذبات التى يسجلها رسام القلب . واستنتج منها أن لدقات القلب نماط وكانت غير معروفة حتى ذلك الوقت . وعمل بمساعدة فان درمارك نموذجا لقلب يشتغل بالكهرباء وينظم ضرباته تذبذبات أنبوبة نيون ، ويشبه قلب الإنسان فى دقاته العادية وغير العادية .

ومن يوم أن أتم لوككروفت و والتن أول تحطيم صناعى للذرة بالآلات فى كمبردج عام ١٩٣٢ ، أخذ مهندسو شركة فيليبس يدرسون كيفية صنع هذه الآلات لصنعها وبيعها . وكانوا يهدفون إلى إدخال تحسينات عليها حتى تكون متينة يمكن الاعتماد عليها ، كما كانوا يهدفون إلى تقليل نفقات إنتاجها . ولقد نجحوا فى صنعها وبيعها فى الأسواق كسلعة . وكان علماء الطبيعة فى كمبردج أول عملائهم ، واشتروا منهم جهازاً قوته مليونان من الفولتات .

وفى عام ١٩٣٦ كان بشركة فيليبس فى مدينة إندهوفن ثلاثة عشر ألفاً من العمال ، وبمصانعها المنتشرة فى العالم ستة وثلاثون ألفا من العمال .

ويعد معمل البحوث إندهوفن لهو العقل الذى يدير هذه المؤسسة العالمية .

ولقسم البحوث فى شركة متروبوليتان فيكرز فى إنجلترا شهرة عظيمة . وسنرى أثره فى تقدم البحوث فى الفصل التالى .

٧٠

البحث فى الجامعات

ولعل تطور النشاط العلمى فى جامعة كمبردج بإنجلترا يكون مثلا على نشأة التعليم والبحث العلمى وتطورهما فى الجامعات . ففى عام ١٨١٦ كان بهذه الجامعة عشرة كراسى للطب والرياضة والفلسفة التجريبية والفلسفة الطبيعية والفلك والجيولوجيا والكيمياء والنبات والطب المنزلى والتشريح . وكان مرتب الأستاذ يتراوح بين ٤٠ و ٣٠٠ جنيه فى السنة .

وفضلا عن ذلك كان بها فى عام ١٧١٠ ستة عشر مدرساً للجبر يتقاضى الواحد منهم ٢٠ جنيهاً فى العام ومدرس للرياضة باسم «بارنابى» يتقاضى أربعة جنيهات سنوياً .

وكان فى الكليات المختلفة فى ذلك الوقت ما يقرب من ٥٠٠ زميل يقيم بعضهم فى مساكن خاصة داخل كلياتهم . ويصعب معرفة عدد من تولى منهم تدريس الرياضة والعلوم ، ولكن من المحتمل أن عددهم لم يزد على ٢٠ أو ٣٠ علاوة على أساتذة الجامعة ومدرسيها . وفى عام ١٨١٦ كان الأستاذ فاريش يشغل كرسى الفلسفة التجريبية والطبيعية باسم جاكسون . وتوصف محاضراته بأنها كانت فى مختلف الموضوعات ؛ إذ كان يرى أن تطبيق الفلسفة الطبيعية والتاريخ الطبيعى والكيمياء على الحرف والصناعة والزراعة فى بريطانيا يهيىء مجالا جديداً نافعاً للتعليم . فكان يقوم أولا بوصف شامل دقيق لكل مايراه فى بيئته المحلية ، ثم يعرض بطريقة جذابة جميع الأعمال والعمليات المستعملة . فكان يأتى بعدد من العجلات النحاسية من جميع الأحجام والأشكال وبعدد من المحاور المختلفة والقضبان والمسامير المحواة ثم يصنع نماذج لمختلف الآلات ويديرها بواسطة القوى المائية أو الآلات البخارية

لتؤدى نفس العمل الذى تؤديه الآلات الحقيقية ولكن على نطاق ضيق . وفى نفس الوقت كان يقوم بشرح المبادئ الكيميائية والفلسفية التى تتوقف عليها العمليات المختلفة .

وكان فاريش يشرح فى محاضراته ، التاريخ الطبيعى للمعادن والتعدين نظرياً وعملياً،وصهر المعادن وتنقيتها وخلطها ، ويصف الصناعات القائمة عليها ، والفنون القديمة المتصلة بها مثل الحفر والنقش .

وكان يبين طريقة تحضير الكبريت والشب وملح الطعام والأحماض والقلويات وملح البارود ، وفائدتها فى صناعة البارود والصناعات الأخرى .

وكان يصف طرق الزراعة وخواص المنتجات النباتية والحيوانية وكيفية معالجتها كمواد خام تدخل فى صناعة القطن والصوف والكتان والحرير ، وهى الصناعات الأساسية فى البلاد . ويشرح كيفية قصر الأقمشة وصبغها وفائدة المواد التى تثبت الألوان .

وكان يشرح بوجه عام طبيعة الآلات المحركة مثل عجلات المياه وطواحين الهواء وبخاصة الآلات البخارية التى كانت السبب القوى فى تقدم الصناعات واتساعها فى الأزمنة الحديثة .

ووصف الملاحة الداخلية وإنشاء الجسور والأهوسة والقنوات والعلوم التى تساعد على النهوض بالتجارة بتحسين طرق المواصلات ووسائل النقل .

وكان بوجه الإجمال يهدف إلى إثارة عناية الأفراد الملمين بمبادئ العلوم الرياضية والفلسفة والتاريخ الطبيعى والكيمياء بتقدم الفنون النافعة إلى دراسة المكتشفات الهامة ليزدادوا علماً ؛ وإلى العمل على تحسين الفنون وتقدمها .

وكانت المحاضرات تلقى فى حجرات ملحقة بحديقة قسم النبات ، وكانت رسوم

حضور السلسلة الأولى من المحاضرات ثلاثة جنيهات ، ورسوم حضور السلسلة الثانية جنيهين ، أما مازاد على ذلك فكان لا يدفع عنه شيء ما .

وكانت محاضرات فاريش من نوع المحاضرات التي كان يلقيها دافى فى المعهد الملكى . ومع أن الغرض من تلك المحاضرات وما تحويه من مادة كان إعداد رجال يسهمون فى تقدم الصناعات الناشئة لم يكن لها كما يبدو أثر كبير فى جامعة كمبردج ، إذ كانت لا تزال منهمكة فى إعداد رجال للكنيسة . وكان دخلها السنوى ستة عشر ألفاً من الجنيهات . تنفقها على رواتب الموظفين والأساتذة والمكتبة والمدارس وطبع الكتب والضرائب والمساعدات الخيرية وغيرها .

وارتفع عدد العلماء الذين تدفع لهم الجامعة مرتبات من ٢٦ عام ١٨١٦ إلى ٢٩ عام ١٨٤٠ . ولما انتخب زوج الملكة رئيساً فخرياً للجامعة عام ١٨٤٧ عمل على أن تساير الجامعة حاجات المجتمع فى ذلك العصر . ولم يكن هناك امتحانات للحصول على درجة من العلوم ، فتألفت لجنة عام ١٨٥١ بفضل نفوذ الأمير ، وكان من أول أعمالها تقرير عقد امتحانات لهذا الغرض عام ١٨٥١ .

وكان امتحان الرياضة يشمل الميكانيكا والبصريات والفلك الكروى ونظريات القمر والكواكب وديناميكية السوائل والصوت والأمواج والمد والجزر واللدونة . ولقد كانت هذه المواد أهم الموضوعات فى عصر نيوتن ، ثم زيد عليها الحرارة والكهرباء والمغنطيسية تحت تأثير كلارك مكسويل الذى كان أول ممتحن لهذه المواد .

وكان لا يمكن استيعاب هذه المواد الكثيرة إلا بالدراسة الجدية والقراءة العالمية ، ولذلك ألفت كتب كثيرة فيما بين عامى ١٨٦٥ و ١٨٧٥ لتساعد الطلبة على الإلمام بتلك الموضوعات .

وفى الوقت الذى كانت تلقى فيه هذه المحاضرات الكثيرة وتؤلف فيه تلك الكتب عديدة لم يكن هناك معمل رسمى لإجراء التجارب فى موضوعات الدراسة . وكما كان

بفعل نيوتن ، كان الأساتذة يقومون ببحوثهم التجريبية فى مساكنهم أو فى قاعة المحاضرات . ثم نشطت الجهود لإنشاء كرسى ومعمل للطبيعة التجريبية . وعين كلارك مكسويل أول أستاذ للطبيعة التجريبية عام ١٨٧١ . ولم يأت عام ١٨٧٤ حتى كان المعمل قد بنى . ولقد قام بدفع جميع نفقات المعمل وقدرها ٨٤٥٠ جنيها دوق ديفونشير ، وكان عالما رياضيا قديرا وقريب هنرى كافندش الشهير .

وكان إنشاء المعمل الجديد ابتداء تقليد جديد إذ عينت الجامعة لأول مرة معيداً للعلوم ألا وهو و . جارنت . وحتى ذلك الوقت كان الأساتذة وحدهم هم الذين يقومون بتدريس العلوم فى الجامعة .

وفى عام ١٨٧٤ كان بالجامعة ستة عشر أستاذا للعلوم ومعيد واحد . وأدمجت وظائف المدرسين الستة عشر المخصصين لتدريس الجبر لإنشاء كرسى للرياضة البحتة .

وفى عام ١٨٦٦ أى بعد نشر كتاب « أصل النوع » بسبع سنين أنشئ كرسى للحيوان والتشريح المقارن .

وفى عام ١٨٨٣ أنشئ كرسيان لعلم وظائف الأعضاء وعلم الأمراض . وفى عام ١٨٩٩ أنشئ كرسى للزراعة .

ولما أصبحت الحاجة ماسة إلى دراسة الكيمياء العضوية طلب بوار إلى هوفمان فى برلين أن يبعث له بعالم فى الكيمياء العضوية ، فأرسل له س . رهمان الذى وصل إلى كمبردج عام ١٨٨٥ وكان فى السادسة والعشرين من عمره . ووجد أن ليس بالجامعة معمل للكيمياء العضوية ، ولم يكن فيها إلا حجرة مظلمة يحاضر فيها عدداً قليلا من الطلبة ولم تكن الأجهزة كافية ، كما أن المواد الكيميائية المخصصة لإجراء التجارب كانت غير نقية . ولما بين الحالة للهيئات المختصة أعطته خمسة وعشرين جنيها ليسافر إلى برلين ويشترى الأدوات اللازمة .

ويعزى الدور الذى قام به هوفمان فى إنشاء بحوث فى الكيمياء العضوية

فى جامعة كمبردج إلى أثر زوج الملكة فى العلم فى انجلترا ؛ إذ كان الأمير قد دعا هوفان لزيارة إنجلترا قبل ذلك ، وكان بركين قد اكتشف أصباغ الأنيلين فى أثناء العمل معه . ولما عاد هوفان إلى ألمانيا أصبح أكبر ممثل لتفوق بلاده فى الكيمياء وصناعة الأصباغ . ولولا صلته الطيبة برجال إنجلترا ، ما كان يسمح لواحد من أحسن تلاميذه بالذهاب إلى إنجلترا وتنظيم البحوث الكيميائية فى جامعة كمبردج . ومن هنا يتضح أن أثر الأمير كان ظاهراً حتى بعد وفاته .

وفى عام ١٩٠٠ كان بجامعة كمبردج عشرون أستاذاً للعلوم ، وزاد عدد صغار هيئة التدريس من واحد إلى ثمانية وعشرين . وكانوا أربعة مدرسين مساعدين وواحدا وعشرين معيداً وثلاثة أساتذة مساعدين . وارتفع عدد مدرسى العلوم من ٤٨ عام ١٩٠٠ إلى ٢١٢ عام ١٩٣٨ . وكانوا ٣٤ أستاذاً للعلوم و ١٦ مدرساً مساعداً و ١٠٧ مدرساً و ٤٦ معيداً و ٩ أساتذة مساعدين . هـذا علاوة على الميكانيكيين ومساعدى المعامل والزملاء الذين لم تعينهم الجامعة .

وصحب هذه الزيادة فى عدد الموظفين زيادة مماثلة فى التبرعات للمعامل . وارتفع عدد أساتذة الجامعة المشتغلين بالبحث فى معامل كافندش من ٢ عام ١٨٧٤ إلى ١٤ عام ١٩٣٨ ، كما زاد عدد الطلبة المشتغلين بالبحوث على ٣٠ طالبا .

واتسعت مبانى المعمل كثيرا ؛ ففى عام ١٨٩٦ بلغت تكاليف الزيادة ٤ آلاف جنيه ، وفى عام ١٩٠٨ ٧ آلاف ومائة وخمسة وثلاثين جنيها تبرع رالى منها بخمسة آلاف من جائزة نوبل التى حصل عليها . وكونت الزيادة فى المبانى مجموعة من الحجرات والورش والردهات .

وكان دخل الجامعة ينفق على التعليم ومختلف البحوث فى المعمل ، ولم يكن مخصصا لبحوث معينة . وكانت الأجهزة التى تستعمل فى البحث عام ١٨٧٤ وماقبله تستعمل كذلك فى التدريس . وكانت الجلفانومترات تفصل مؤقتاً عن الأجهزة الموضوعة فى حجرات البحث ليستعملها الطلبة فى الدروس العملية . ومع أن

الأجهزة والأدوات كانت في زيادة مطردة إلا أنها كانت قليلة عام ١٩١٤ رغم أنه كان قد أعد فى الثلاثين سنة الماضية خمسون أستاذاً للطبيعة من بينهم رذرفورد وبراج وويلسن وريتشاردسن وكالندر ولانجفن ، وكان قد اكتشف الإلكترون وبدأت البحوث تتقدم فى معرفة تركيب الذرة ، وظلت التجارب تجرى على نطاق ضيق بضع سنين بعد تعيين رذرفورد أستاذاً فى معمل كافندش عام ١٩١٩ ؛ فقد كانت الطريقة المتبعة فى الصرف على الأجهزة العلمية هى تخصيص دفعات ثابتة قيمة الواحدة خمسون جنيهاً . وكان التنافس شديداً بين العلماء للحصول على تلك المبالغ الضئيلة ، ثم اتسع نطاق التجارب وزاد ما يصرف عليها نتيجة لأعمال كابتزا ، فقد بدأ تجاربه عام ١٩٢٢ لإحداث مجال مغنطيسى قوى بتوصيل قطبى مركم كهربائى بواسطة ملف ، ولما نجح فى ذلك اعتقد أن من الممكن الحصول على مجالات أقوى بتوصيل قطبى مولد كهربائى (دينامو) .

وكان الجهاز أغلى بكثير من أى جهاز آخر فى معمل كافندش ؛ إذ كان صنعه يتكلف آلاف الجنيهات ، ولا يمكن ذلك من غير هبات كبيرة .

ولقد أتت تلك الهبات من جهات كثيرة وبخاصـــة مصلحة البحوث العلمية والصناعية . وكان المرحوم لورد بالفور الوزير المسئول عن تلك المصلحة فى ذلك الوقت ، وكان يعمل على تشجيع إعانة التجارب الكبيرة ، ولقد تأيد هذا المعيار الكبير للنفقات الناتجة عن بحوث كابتزا عندما تبرعت الجمعية الملكية عام ١٩٣٠ بخمسة عشر ألفاً من الجنيهات لإنشاء معمل للبحوث فى المجالات المغنطيسية الشديدة تحت درجات منخفضة من الحرارة ، وكان هذا شيئاً جديدا بالنسبة لمعمل كافندش ، فلم يحدث أن أقيم بناء بهذا الحجم وبتلك النفقات خصيصا للبحث ، ولا صلة له بالتعليم .

وكانت البحوث فى النشاط الإشعاعى لاتزال مقصورة على المواد المشعة بطبيعتها . وكانت هذه المواد قليلة ، واستمرت الأجهزة المعدة لفحصها صغيرة زمنا طويلا . وكانت تجرى بها معظم التجارب فى الثلاثين سنة التى تلت اكتشاف النشاط الإشعاعى عام ١٨٩٦ . وكان التقدم يتوقف على إخضاع تلك المواد المشعة لقوى شديدة

معدلة . وكان البحث قد انتقل إلى دراسة تركيب نواة الذرة ، وتطلب جلاء الغموض الذى يكتنف مظاهرها قوى من نوع جديد فإن تحطيم النواة المشعة يخرج بمجموعات من الدقائق لها سرعات محدودة . وكان من الضرورى معرفة هذه السرعات لتقدم نظرية النواة ، وكان من الممكن معرفة ذلك بسهولة بانحراف الدقائق المقذوفة فى مجال مغنطيسى شديد ، ولم يكن فى كمبردج مغناطيس كبير يصلح لتحليل الأشعة المنبعثة من نواة الهليوم ، وأجريت التجربة بنجاح أولا بمغناطيس كهربى عظيم فى باريس .

وفى هذه الحال تطلب معمل كافندش نوعا جديدا من العلم والقدرة ، وكان كابتزا مهندساً كهربائياً ، ويعزى نجاحه فى الحصول على مجال مغنطيسى شـــديد بواسطة المولد الكهربائى إلى إلمامه التام بالتصميم الهندسى . وكان ج . د كوككروفت يساعده فى هذا العمل .

وكان كوككروفت مهندساً كهربائياً من كلية الفنون والصناعات بمانشستر ، وتلقى العلم على مايلز ووكر واشتغل فى شركة مترو بولتان فيكرز . وبعد حرب ١٩١٤ — ١٩١٨ رجع إلى عمله فى الشركة ، وأخذ هو ومهندس آخر يجريان البحوث فى أوقات فراغهما فى الهندسة تحت إرشاد ووكر . وكانت نقابة المهندسين الكهربائيين قد جمعت مبلغا من المال للاحتفال بانتهاء الحرب وقررت إنشاء منحة مالية لتساعد المهندسين الكهربائيين على مواصلة البحث ، وكان كوككروفت أول من أعطى هذه المنحة .

وذهب إلى كمبردج ليدرس الرياضة التطبيقية ويجرى البحوث ، واستمر من عام ١٩١٨ إلى عام ١٩٣٠ يعمل فى هدوء منزوياً فى أحد أركان الحجرة التى وضع فيها كابتزا مولده الكهربائى . ولقد كان المولد من صنع شركة فيكرز التى كان يشتغل فيها سابقاً . وعلاوة على اشتغاله بالبحث كان يقوم بالإعراب عن حاجة العلماء إلى المهندسين الصناعيين . وعاون إليس وكرشو على تصميم مغناطيس كبير دائم لفصل الإلكترونات المنبعثة من الذرات المحطمة ولمها فى مجموعات . ولقد أمكن صنع هذا المغناطيس بالانتفاع بخواص صلب الكوبلت الجديد . ويمكن تحديد

المجال المغنطيسى فى هـذه المواد الصلب بواسطة تيار لمدة قصيرة كما يمكن أيضاً محوه وتثبيته بواسطة تيار آخر لمدة قصيرة . ويظهر دوام المجال تحت قوة مناسبة لأى فترة من الزمن مقدار ما يستهلك التيار المستمر الذى لابد منه فى مغناطيس كهربائى ويقضى كذلك على العناء الذى يستلزمه إبقاء مثل هذا التيار مستمراً . وإن هذا المغناطيس لمن صنع شركة فيكرز .

وساعد كوككروفت أيضاً كابتزا فى تصميم أدوات وبناء المعمل الجديد للبحث فى المجالات المغنطيسية الشديدة تحت درجة حرارة منخفضة . ووضع جهازاً لتحويل الإيدروجين إلى سائل بحيث يتم فيه جزء من التبريد بواسطة إيدروجين تجارى . ولقد جعل هذا تكاليف الإسالة أقل مما لو استعمل الإيدروجين النقى طول الوقت .

وفى الوقت الذى كان فيه كوككروفت يساعد فى هذه البحوث كان يصنع فى ركن من الحجرة التى ضمت الآن إلى قسم الكيمياء الطبيعية جهازاً صغيراً ذا ضغط عال . وكان لديه قليل من العازلات الكبيرة والمحولات والأنابيب الزجاجية من النوع المستعمل فى نقل التيارات الكهربية الشديدة . وكان يحاول صنع جهاز للحصول على سيل من البروتونات التى تنطلق بسرعة عظيمة بتأثير مجال كهربى شديد . وكان يعاونه على ذلك ت . ا . أليبون من شركة فيكرز . وزودته الشركة علاوة على ذلك بكثير من المواد الكهربية التى كان فى حاجة إليها .

ولما كمل الجهاز تمكن به كوككروفت عام ١٩٣٢ بمعاونة ا . ت . س . والتن من تحطيم الذرة . وكان ذلك من التجارب العلمية العظيمة لأنها جعلت تحويل العناصر عملية يمكن أداؤها بالآلات الصناعية ، وبذلك أصبح من اليسير استغلالها لخير الإنسان .

ولقد كانت هذه التجربة الشرارة التى أطلقت قوة أمريكا من عقالها لتعمل على النهوض بالعلم ، ولأمريكا الآن الزعامة فى الهندسة الكهربائية . ولما كانت البحوث الطبيعية تتوقف مباشرة على الهندسة الكهربائية فقد انتحلت لنفسها الزعامة فى الطبيعة التجريبية بفضل اختراع إ . أو . لورنس للسيكلترون الذى يولد دقائق

تكتسب سرعتها من دورانها السريع حول مجال مغنطيسى وإطلاق سراحها .

ولما لم يعد كابتزا من روسيا عام ١٩٣٤ أصبح كوككروفت المدير الفعلى لمعمل موند، وأتقن موضوع الطبيعة عند درجات الحرارة المنخفضة ، وهو يختلف تماما عن الهندسة الكهربائية .

وساهمت شركة متروبوليتان فيكرز مساهمة فعالة فى الأعمال الحديثة التى قام بها معمل كافندش فى الطبيعة الذرية . ولم يعد من المستطاع إجراء كثير من البحوث الطبيعية المختلفة فى الجامعات بدون اشتراك معامل البحوث الصناعية التابعة لمثل تلك الشركات ومعاونة علماء الطبيعة الكهربائيين . ويضرب بكوككروفت المثل لذلك .

ولقد صنعت حديثاً شركة متروبوليتان فيكرز سيكلوترونات لشادويك فى ليفربول ولمعمل كافندش وآلة بوش الحاسبة الجديدة التى يستعملها د . ر. هارترى فى جامعة ما نشستر ، وتكلفت هذه الآلة ما يزيد على أربعة من الجنيهات وصنعت كذلك المغناطيس ذا التبريد الهوائى الذى يستعمله ب . م . س . بلاكيت فى نفس الجامعة ، وتكلف ما يزيد على ألف من الجنيهات .

ويرجع الفضل فى نجاح البحوث فى تحطيم الذرة بالآلات الكهربائية إلى اختراع بيرش فى معمل شركة متروبوليتان فيكرز . وفى عام ١٩٣٠ بين كيفية صنع زيوت ذات ضغط بخارى خفيف جداً بواسطة التكرير الذرى لزيوت التشحيم . وحتى ذلك الوقت كان يمكن إحداث الفراغ التام بإزالة الغاز المتبقى من الإناء بلفحة من بخار الزئبق بتبريده بواسطة الهواء السائل . وكانت الزيوت الجديدة أقل تبخراً من الزئبق بألف مرة ، ولما استعملت بدلا من الزئبق فى مفرغات الهواء كانت تحدث فراغا تاما إذا ما كثفت بتبريد الماء فقط . وبذلك لم يكن هناك ما يدعو إلى الهواء السائل عند إحداث فراغ تام . وأمكن تفريغ الأجهزة باستمرار، وأصبح غير ضرورى استخدام حرارة شـــديدة لإزالة الغازات المتبقية العالقة بالسطوح الداخلية . وأصبح من الميسور الحصول على فراغ جيد بمنتهى السرعة فى أجهزة متصلة بمفرغات الهواء بواسطة وصلات زجاجية محكمة بدون لحام الزجاج بالنار .

وصنع بيرش شحوما من رواسب زيوته المقطرة وكان لها ضغط بخارى متناه فى الخفة ، وأمكن استعمالها فى تلبيس الوصلات الزجاجية المحكمة حتى لا ينفذ منها الغاز . واكتشاف هذه الزيوت والشحوم له أهمية اقتصادية عظيمة لأنه فضلا عن تيسيرها صنع الصمامات الصغيرة وأنابيب الأشعة السينية فإنها تجعل استعمال الصمامات والأنابيب الكبيرة أمراً ميسوراً ، وتستعمل الصمامات الكبيرة فى إرسال البرقيات عبر المحيط وأنابيب الأشعة السينية فى علاج السرطان . ولم يكن بمكننا استعمال مثل هذه الأجهزة الكبيرة ما لم يكن من السهل فكها وإصلاحها وإعادة تفريغها بسرعة وبدون نفقة كما كان يستحيل ذلك بمفرغات الهواء الزئبقية .

وكذلك لم يكن من اليسير تحطيم الذرات بمساعدة أنابيب كبيرة مفرغة ما لم يكن فتح تلك الأنابيب ، وإعادة تنظيم الأهداف التجريبية فى الداخل ، وإعادة تفريغها بسرعة من الأمور المستطاعة .

واستخدام زيت بيرش سهل التفريغ كثيراً حتى أن الوقت الذى تستغرقه تجربة واحدة بجهاز تحطيم الذرة نقص من حوالى أسبوعين إلى ساعة واحدة . ولقد أدى ذلك إلى الإكثار من التجارب ومعرفة الحجم . واستخدم بيرش الزيوت عام ١٩٣٠ وحطمت الذرات بمساعدة الأنابيب الكبيرة المفرغة ذات الضغط العالى لأول مرة عام ١٩٣٢ .

وأفادت البحوث فى الذرة والأشعة الكونية وغيرهما فى الطبيعة الحديثة كثيرا من الأجهزة التى تستخدم الآلات والدوائر الكهربائية التى خلقتها صناعة الأجهزة اللاسلكية . وأمكن بواسطة هذه المستحدثات إحصاء عدد الدقائق المنبعثة خلال تحطيم الذرة فى أى فترة من الزمن تبدأ من جزء من عشرة آلاف من الثانية إلى عام أو يزيد . ولقد أتى هذا بنظام جديد للدقة والعمل عند البحث فى عمليات التحطيم . ويرجع الفضل فى تطور استخدام هذه الوسائل الجديدة فى البحوث الذرية فى معمل كافندش إلى وين ويليامز النابغة فى هذا الفرع من الهندسة الكهربائية .

واستدعى إجراء التجارب الطبيعية الجديدة قياسا جديداً للهبات والتبرعات، إذ ارتفعت نفقات صنع الجهاز من خمسين جنيها عام ١٩٢٥ إلى خمسمائة جنيه عام ١٩٣٥ ، فتبرع لورد أوستن عام ١٩٣٦ بمائتين وخمسين ألفا من الجنيهات لمعمل كافندش حتى يمكنه من مواجهة الحالة الجديدة ، فأنشأ معملا ذا جهاز لتوليد ضغط عال قوته مليونان من الفولتات وركب سيكلوترون وزنه خمسون طنا ، ويجرى العمل فى بناء حجرات عديدة للبحث .

وتجرى البحوث فى معمل كافندش فى أرقى أجزاء الطبيعة التجريبية . وأضاف و . ل . براج خلف روزر فورد دراسة الأجسام الصلبة وبخاصة الفلزات إلى منهج البحث ، وتساعد الأموال التى يتبرع بها الاتحاد البريطانى لشركات صناعة الحديد والصلب ، على القيام بهذه البحوث .

ومعمل كافندش يعنى بكلية العلوم البحتة ، إلا أن بحوثه تبين كيف أن جامعة قديمة تكيف نفسها للأغراض الحديثة . ولقد استطاعت هذه الأغراض أو المطالب الاجتماعيه أن تحصل على قسط أكبر من العناية بخلق نوع جديد من الجامعات يعمل على خدمتها ، وتلك هى الجامعات الفنية ومعهد الفنون والصناعات فى ماساشوستس من أكبر الأدله على ذلك ، وأنشئ فى بوستن عام ١٨٦١ إبان الحرب الأهلية الأمريكية لخدمة الولايات المتحدة جميعها فى الوقت الذى قام فيه كلارك مكسويل بحركته لإصلاح طرق تدريس العلوم فى جامعة كمبردج بإنجلترا وكان هدفه إعداد رجال للمدينة الصناعية التى أثبتت سيادتها بانتصار أهل الشمال ، واتبع معمل كافندش بعد افتتاحه عام ١٨٧٤ طرق تدريس الطبيعة العملية التى سار عليها بكرنج فى معهد الفنون والصناعات فى ماساشوستس .

ولهذا المعهد الآن مخصصات وبه أدوات تساوى عشرة ملايين من الجنيهات . ولقد تبرع بأربعة ملايين من هذا المبلغ جورج إيستمان الذى أنشأ صناعة جديدة باختراعه آلة التصوير الشمسى والأفلام . وأقيمت مبانيه الفخمة الحالية عام ١٩١٦ على ثمانين فدانا بجانب حوض نهر تشارلس الذى تقع عليه مدينة بوستن

وكمبردج التى بها جامعة هارفارد . ولقد أصاب هاتين المدينتين ضرر كبير فى الزمن الماضى من فيضان هذا النهر ، ولكن بفضل الأعمال الهندسية المجيدة زال كل خطر يأتى من هذه الناحية ، إذ أنشئت عند مصبه القناطر التى خلقت حوضاً وبحيرة نهرية طولها بضعة أميال. والمبانى الجديدة للمعهد وللجامعة هارفارد مقامة على أجزاء مختلفة من شواطئ النهر . والمعهد أقرب من الجامعة إلى وسط بوسطن . وطلبة المعهدين يقومون برحلات ممتعة فى النهر . وفى أيام الصيف الشديدة الحرارة يستطيعون استذكار دروسهم وهم فى قوارب تسبح على سطح الماء حيث النسيم العليل .

وبمعهد الفنون والصناعات فى مساشوستس ما يقرب من ألفين وستمائة طالب . وهيئة التدريس خمسمائة، ويشمل هذا العدد الأخير واحداً وثلاثين أستاذاً للكيمياء ، وثمانية وعشرين للهندسة ، وعشرين للطبيعة ، وهؤلاء مقسمون إلى ثلاث درجات : أستاذ وأستاذ زميل وأستاذ مساعد . . بأعداد تكاد تكون متساوية . وليس من الضرورى أن يكون كل العلماء الممتازين فى الدرجات العالية . فمثلا فى عام ١٩٣٨ كان فان دى جراف، و م . س . فالارتا، و ف . و . سيرز وهم من علماء الطبيعة الأفذاذ فى درجات صغيرة .

وأجل منتجات المعهد الآلات الحاسبة التى اخترعها فانفاربوش ، وكان حتى عهد قريب نائب مدير المعهد . وهو الآن مدير معهد كارنيجى فى واشنجتن، وهو نحيف الجسم حاد الذكاء ، تبدو عليه أمارات العبقرية مع الدعابة . ولا بد أنه كان يثير همة الطلبة المجدين ويربك الكسالى منهم . وبحثه فى اختراع عدة أنواع من الآلات الحاسبة ما هو إلا تتبع فكرة فلسفية . ويعتبر أن أعظم الاكتشافات الرياضية فى الماضى نشأ عن استخدام بعض الآلات فى العمليات الحسابية . ويتوقع أن توحى الآلات الحاسبة باكتشافات أخرى فى المستقبل ، ويقول إن اختراع الأرقام العربية ورمز الصفر نشأ عن استعمال لوحة العد (الآباكس) ، وإنها هى التى أوحت بأن قيمة العدد تتغير بتغير موضعه . ورفض الرياضيون الرسميون فى العصور

الإغريقية والرومانية استعمال لوحة العد العادية وتمسكوا برموزهم المربكة المعطلة ، بينما تمكن أصحاب الحرف بفضل الآلات من إنتاج مخترعات رياضية على درجة كبيرة من الأهمية ولقد لفت أنظار العلماء من عصور طويلة إصرار الرسميين على أن المسطرة والفرجار هما الآلتان الجديرتان بأن يستعملهما الرجل المهذب . إلى مسائل لا تحل مثل تقسيم الزاوية إلى ثلاثة أجزاء متساوية بواسطة هاتين الآلتين . وكما نشأت الطريقة العشرية من لوحة العد فقد تنشأ علوم رياضية جديدة من تطور الآلات الحاسبة لمساعدة المهندسين ورجال الأعمال .

وبحوث فان دى جراف فى المولدات ذات الفولت العالى لا تحتاج إلى تعريف ، فقد صنع جهازا بكرتين من الألومنيوم قطر كل منهما خمس عشرة قدما وركبهما على أسطوانات عازلة ارتفاعها ثلاثون قدما . وكانت إحدى الكرتين مشحونة شحنة موجبة والأخرى سالبة، ينبعث الشرر بينهما عند قوة عشرة ملايين من الفولتات . ويعنى فان دى جراف أيضاً بإدارة الآلات الكهربائية فى حيز مفرغ لدرجة كبيرة . والعزل الذى يمكن الحصول عليه بهذه الطريقة يؤدى إلى إحكام التصميم ، وهذا يسهل الاستعمال والاقتصاد فى الصناعة .

وبمعهد الفنون والصناعات بمساشوستس قسم عظيم للبحوث الإيروديناميكية . وتستخدم كثير من نفق التيارات الهوائية وتعمل المشاهدات عن طبقات الجو التى قد يصل إجراؤها إلى ارتفاع ٢٠٫٠٠٠ قدم بالاشتراك مع رجال سلاح الطيران بالولايات المتحدة .

ويبين معمل كافندش ومعهد الفنون والصناعات بمساشوستس كيف أن معاهد التعليم تدرب الإنسان وتعلمه لخدمة المجتمع الحديث . وعلاوة على معامل البحوث الصناعية والجامعية فإن هناك معامل للبحوث مستقلة لا صلة لها بها .

٧١

البحث كنشاط اجتماعى مستقل

نشأت البحوث مصادفة عن عمل المعلمين ومهرة الصناع . ولم تبدأ إلا حديثاً فى العمل على تحرير نفسها ومصانعها أو معاملها ومواصلة سيرها ككائن حى اجتماعى مستقل بذاته . ويظهر هذا التطور بأجلى معانيه سواء فى الجهود التى بذلت فى البحث أو فى مصيرها فى جمعية القيصر ولهلم للبحوث العلمية التى كان لها نحو ثلاثين معهدا مخصصة كلها للبحوث .

ولقد أنشأ هـذه الجمعية ولهلم الثانى عام ١٩١١ بإيحاء من العلماء الألمانيين ، وكانت أهدافها مستمدة من الخطة التى وضعها ولهلم فون همبولدت وزير المعارف فى بروسيا لتنظيم التعليم فى ألمانيا فى بداية القرن التاسع عشر . وكان همبولدت يجمع بين آراء البروسيين فى التنظيم وآراء الفرنسيين الذين نقل عنهم تعاليم فرانسس باكون . وليست معاهد البحوث التى أنشأها القيصر ولهـلم إلا تحقيقاً جزئيا لأغراض باكون .

وكان همبولدت يقول « يجب أن يساعد الجامعات والأكاديميات فى ألمانيا نوع ثالث من المعاهد يشتغل مستقلا بالبحوث » .

ولقد بدأت جمعية القيصر للبحوث بمائتى عضو معظمهم من رجال الصناعة والمال والأعمال وغير ذلك . وهؤلاء تبرعوا بالأموال التى جعلت للجمعية رأس مال خاص بها ، ومكنها من متابعة سياستها فى البحث بعيدة عن إشراف الحكومة المباشر .

ولقد كان للمعاهد الجديدة ثلاثة أهداف : فتح ميادين جديدة للبحوث التى

لا يسهل إجراؤها فى الجامعات ، وتهيئة الفرص التى تمكن الأساتذة الأكاديميين المثقلين بالتدريس من إجراء البحوث ، وتدريب خريجى الجامعات على البحث .

ولم تتقيد الجمعية بمنهج ثابت للبحث لتحقيق تلك الغايات . ويقول فون هارناك أول رئيس لها « يجب ألا تبنى الجمعية المعاهد ثم تبحث عن الرجل اللائق ، وإنما يجب أولا إيجاد العالم الفذ ثم بناء معهد له » . وكانت تراقب بعناية كل المبتكرات العلمية وترعى منها ما يرجى منه الخير . وتنشئ للعالم الذى يخلق فرعا جديدا للبحث المعهد الذى يتفق وحاجته ، وتهيئ له خير الظروف التى تمكنه من العمل . وإذا ما مات العالم أو اعتزل العمل كان المعهد يغلق أو يعاد إعداده ليتلاءم وحاجة عالم آخر يشتغل فى بحوث من نوع آخر . ولا يعين خلف له إلا إذا كان هناك من هو جدير بالمكان .

ولقد عرقل تنفيذ هذه الخطة قيام الحرب عام ١٩١٤ . ولكن لما انتهت الحرب استأنفت الجمعية أعمالها بنشاط عظيم برغم فقرها ، وارتفع عدد مولى الجمعية عام ١٩٣٠ إلى سبعمائة . وكان من بينهم حكومة ألمانيا المركزية والحكومات المحلية ، ولما كانت الحكومة قد قدمت تبرعاتها بدون شرط ، فقد بقيت الجمعية حرة قانونا . وكانت تأتيها تبرعات من المقاطعات البروسية والمراكز والمدن الكبيرة والاتحادات الصناعية الهامة علاوة على رجال الصناعة وغيرهم .

وكانت الأحزاب كلها فى الريخستاج تؤيد كل ما يعرض من اقتراحات لإعانة الجمعية . ولقد قوبل بالاستحسان قول هارناك عام ١٩١٠ : « إن الدفاع المسلح والعلم هما الدعامتان القويتان اللتان تستند عليهما عظمة ألمانيا . ويجب ألا تفتر أو تنتهى العناية بهما » . ولما انتهت الحرب وحددت المعاهدة قوات ألمانيا الحربية ، اتجهت الجهود نحو تقوية الدعامة الثانية كى لا تنهار ألمانيا .

وكان يدير سياسة الجمعية مجلس ينتخب الأعضاء نصفه ويعين الإمبراطور الثولهلم الثانى النصف الآخر . وفى عهد الجمهورية كانت الحكومة المركزية والحكومات

المحلية هى التى تقوم بتعيينه . وكان المجلس ينتخب الرؤساء وأعضاء اللجنة التنفيذيه . ولقد استمر هارناك رئيساً إلى أن توفى عام ١٩٣٠ . وكان كروب فون بوهلن أول وكيل للمجلس الذى كان يضم بلانك وديزبرج .

وكان لوزيرى الداخلية والتربية أن يبعثا بمن يمثلهما فى كل اجتماعات المجلس . ولقد كان بكر — الجمهورى المذهب والعالم فى العلوم الإسلامية — يشغل هذا المركز عام ١٩٣٠ . وبعد موت هارناك كان بلانك وبكر المرشحين للرياسة . وكان يزكى كلا منهما جماعات علمية كثيرة . إلا أن السياسة كان لها رأى فيمن ينتخب . وكان الجمهوريون يؤيدون بكر ، والوطنيون يؤيدون بلانك . وانتهى الانتخاب بنجاح بلانك !

وبجانب هذا المجلس كان هناك مجلس استشارى يضم كل العلماء المنتمين للجمعية . وكان عبارة عن ثلاثة أقسام : قسم لعلوم الحياة والطب ، وقسم للطبيعة والكيمياء ، وقسم للعلوم الأدبية . وكان رؤساء هذه الأقسام يعاونون الجمعية فى اختيار العلماء وفى الموضوعات التى تحتاج إلى معونة .

كان عمل الجمعية البحث فى العلوم النظرية وفى العلوم التطبيقية ، وكان يقوم به مجموعتان من المعاهد . وكانت معاهد المجموعة الأولى مخصصة للعلوم النظرية وتبحث فى الكيمياء والطبيعة والحيوان والنبات والطب . وبنى معهد لعلم الحياة فى داهلم ، وكان يحتوى على ستة معاهد صغيرة أو أقسام،لأنه تبين أن علم الحياة يتقدم بسهولة من تعاون جماعة من العلماء المستقلين فى بحوثهم أكثر مما يتقدم من بحوث معهد كبير مخصص لفرع واحد منه . ومن الرؤساء الذين قاموا بإدارة هذه الأقسام المستقلة التى يتكون منها المعهد : كورنس وجولد شميت وهارتمان ومانجولد وودبرج ومايرهوف وهربست وسبمان و ا . فيشر . وبنيت معاهد مستقلة لنوبرج للبحث فى الكيمياء الحيوية ، ولفيشر للبحث فى الوراثة والتناسل ولابدرهالدن للبحث فى الكيمياء الفسيولوجية .

وأنشئ معهدان للكيمياء فى داهلم : أحدهما للكيمياء الطبيعية وكان يديره هابر ، والآخر للكيمياء العامة ومن مديريه العالمان وستاتر وهاهن .

وأنشئ معهد للطبيعة فى برلين وكان يديره أينشتين وفون لو . كما أنشئ معهد للغازات فى جوتنجن .

ومن حيث البحوث الطبية فقد أنشئ فى داهلم معهد لويزرمان للبحث فى العلاج التجريبى ، وفى برلين معهد لأسكار وسسل للبحث فى المخ . وقامت الجمعية بإعانة معهد كرابلن للأمراض العقلية فى ميونخ . وبنت معهداً فى هيدلبرج لاستخدام الطبيعة والكيمياء وعلم وظائف الأعضاء فى البحوث الإكلينيكية ، وكان يديره ر . كوهن الذى منح عام ١٩٣٨ جائزة نوبل فى الكيمياء .

وكانت معاهد المجموعة الثانية مخصصة للعلوم التطبيقية ، وتشمل ومعهد ميوهليم للبحث فى الفحم وكان يديره فرانز فيشر .

وأنشئ معهد آخر فى برسلو للبحث فى فحم سليسيا . وكان يديره ف . هوفان الذى قام ببحوث هامة فى صنع المطاط كيميائيا .

وأنشئ معهد كبير فى دسلدورف للبحث فى الحديد ، ومعهد آخر فى برلين لخترفلد لدراسة السبائك الخفيفة . كما أنشئت المعاهد فى داهلم لدراسة السليكات وخيوط المنسوجات . ولقد صدرت البحوث الأولى لبرجمان ومارك وبولانى من هذه المعاهد . وأنشئ معهد فى درسدن لبرجمان للبحث فى الجلود ومعهد آخر فى ميونخ لدراسة السوائل المتحركة .

أما تطبيقات علم الحياة فقد عنى بها فى معهد كبير أنشئ فى دورتموند للفسيولوجيا الصناعية وفى معهد تربية الحيوانات بالقرب من برلين ، وكان يديرهما بور .

وساعدت الجمعية كثيراً من المعامل الصغيرة لعلم الأحياء المائية فى بلون ، ولونز

روفنجو ومحطات الأرصاد الجوية على جبال النمسا ومرصد الطيور فى كوريخ نهرنج لدراسة طيران الطير بنظام الحلقات .

وأنشأت الجمعية معملا على زنجفروجش لدراسة الأشعة الكونية ومعاهد للتاريخ والقانون . وكان لها مكتبة لتاريخ الفنون فى بالازو زوكارى فى روما .

ولقد أظهر الإثنا عشر معهداً فى داهلم مقدرة عظيمة على تركيز الجهود وعلى البحث . وبنى فندق يسمى بيت هارناك للعلماء الأجانب الذين يزورون تلك المعاهد ويشتغلون فيها . كما بنى بتلك المعاهد حجرات للاستراحة ومكتبات وقاعات للأكل لموظفيها الدائمين . وكان يجتمع فى بيت هارناك ما يقرب من مائتى عالم من مختلف المعاهد ليتبادلوا الرأى . وسرعان ما كانوا يلمون بكل ما يستجد فى عالم العلم ، ويبحثون فى إمكانياته بجد ونشاط . وهذا مما أدى إلى سرعة تقدم العلوم فى ألمانيا فى ذلك الوقت . ولقد كان للمناظرات التى تقام فى جامعة برلين أثر مماثل ، وكثيراً ما كان علماء البحوث يلقون المحاضرات من وقت لآخر فى تلك الجامعة ، ويستمعون إلى المناظرات فيها . ولقد نجم عن تركيز الجهود تكاثر المعرفة وعن تجميع المواهب العقلية فى صعيد واحد إثارة « المنافسة الذهنية بين العلماء » . وأشعل أينشتين ولو وغيرهما نار البحث ، وسرعان ما امتدت إلى ميادين فكرية جديدة .

وتزعم هابر حركة المناظرات فى الكيمياء فى داهلم ، وكانت لا تقل روعة عما فى برلين ، وكان أبرز من عملوا من العلماء على تقدم العلم فى ألمانيا فى الجيل الماضى . وكان متوقد الذهن كريم الخلق مكبا على عمله لا يمل البحث فى دقائق الأمور مع القدرة الفائقة على التنظيم . وكان جم النشاط فى كل وقت تقريباً سواء كان باسماً أو عابساً . وكان أقوى العلماء الألمانيين شخصية . وكان إلى حد ما كرزفورد علماً وخلقاً . وكثيراً ما كان الإنسان يسمع العلماء الألمانيين يقولون ، « إن هابر أعظم رجالنا . وهو الذى رفع مستوى الحوار العلمى بنقده العنيف ، وكان يمقت الادعاء وعدم التعمق فى البحث من أى إنسان .

وعلى الرغم من حبه للخلق الألمانى فإنه كان يعتقد أن مواطنيه يميلون إلى العنف ولذلك عمل على غرس رقة الأخلاق فيهم . وكان يحسن للغاية استقبال زائرية فى بيته فى داخله الذى لم يكن كبيراً ، ولكنه كان مزدانا بأجمل التحف الفنية الصينية واليابانية . وكان أحياناً يدعو بعض الإنجليز لتناول الشاى عنده فى أكواب جميلة من الفضة منسقة على مائدة مغطاة بمفرش من الدانتل النادر ، بينما كان هو يشرب القهوة والمياه المعدنية ، وكان يبدأ الحديث بأسلوب هادئ رصين عاذراً من يخالفه فى الرأى . ولكن بعد قليل تشتد حماسته ، ولا يستطيع كبح جماح عنقه الطبيعى فى التعبير عن أرائه . وأحيانا قد لا تمر ساعة — إذا كان الموضوع يعنيه كثيراً — إلا ويكون قد نسى نظرياته فى أسلوب الحوار ، وارتفع صوته ، وتحركت يداه وجسمه فى حدة متناهية . وقد يدهش الإنسان إذا ما دخل الحجرة فى تلك اللحظة وعلم أنه لم يكن يتحدث إلا فى موضوع علمى .

وحل هابر مسألة صنع النشادر من النيتروجين والإيدروجين أو من مواد أخرى تحتوى على النيتروجين والإيدروجين ، وكان قد بدأ البحث فيها عام ١٩٠٤ . وساهم ترنست وغيره فى حل هـذه المسألة ، إلا أن التوفيق كان حليف هابر لما أجرى التجارب فى مخاليط من الغازات تحت درجة حرارة ٥٥٠° س وضغط جوى قدره ٢٠٠ . وتلك حالة أشد بكثير مما عرف من قبل فى العمليات الكبيرة .

ولقد أجرى هذا البحث فى الجامعة الفنية بمدينة كارلسرو ، وكان رجال الصناعة لا يشجعونه إذ كانوا يعنون بتحضيره بواسطة الترس الكهربى ، وهى الطريقة التى كانت متبعة فى النرويج . ومع ذلك شرح هابر عام ١٩٠٩ طريقته فى إنتاج النشادر لكارل بوش المهندس بشركة الأصباغ البافارية . وسرعان ما أنشأ بوش مصنعا للنشادر ، وبعد ثلاث سنوات ، أى عام ١٩١٢ كان المصنع ينتج النشادر بانتظام . وكان هابر مستشار بوش الدائم ، ولكنه لم يشترك كثيرا فى حل المسائل الهندسية الجديدة التى نشأت عن العمليات الصناعية . ويوصف هذا العمل الخطير بأنه أصعب وأروع الأعمال التى تمت حتى الآن فى الهندسة الكيميائية ، وكانت آثاره الاجتماعية عظيمة .

ولما غزا الجيش الألمانى فرنسا عام ١٩١٤ لم يعن قواده كثيرا بمسائل التموين لأنهم لم يكونوا يتوقعون حربا طويلة . وكانوا يعلمون أن فى وسعهم الحصول على ما يكفى من الأزوتات لصنع المفرقعات من أفران الفحم الكوك بمصانع الفحم الحجرى ولم يتكهنوا بزيادة الحاجة إلى المخصبات الأزوتية . ولكن الزحف على باريس قد توقف وانقطع ما كان يرد من النترات من شيلى . ولو لم يستول الجيش الألمانى مصادفة على خمسين ألف طن من النترات فى انتورب لوقعت ألمانيا فى مأزق شديد عام ١٩١٥ . ولما شعر الرجال المسئولون بحرج المركز عهدوا إلى هابر بإدارة مصلحة المواد الخام التابعة لوزارة الحربية فزاد محصول النشادر عشر مرات باستعمال عملية السيناميد ، ومحصول النشادر الصناعى من ٦٥٠٠ عام ١٩١٣ إلى ٢٠٠٫٠٠٠ طن عام ١٩١٨ .

وأثبتت موقعة المارن لقواد الجيش الألمانى أن النصر فى حرب الخنادق يتطلب أسلحة حديثة . فاستشاروا نرنست ثم هابر فيما يمكن أن تؤديه الغازات من خدمات فى الحروب . وسرعان ما طلبت قيادة الجيش إلى هابر أن يعد ما يلزم من المواد لشن هجوم بسحب من غاز الكلور ، ففعل ذلك،ولم تمض ستة أشهر حتى ابتكر أيضا القناع الواقى من الغازات السامة . وفى عام ١٩١٦ عين مديراً لمصلحة الأعمال الحربية الكيمائية ، فأخذ يوجه البحوث ويشرف على مسائل التموين ويدرب الموظفين . وفى عام ١٩١٧ استعمل غاز الخردل،واختبر مئات من المواد الأخرى، وكان يدير كل هذه الأعمال ويوجه العلماء والجنود بمهارة إدارية خارقة للعادة .

وفى عام ١٩١١ كانت جمعية القيصر ولهلم للبحوث الصناعية قد دعت هابر ليدير معهداً للكيمياء الطبيعية بعد أن نجح فى صناعة النشادر فى كارو . وافتتح ولهلم الثانى المعهد عام ١٩١٢ ولما نشبت الحرب وضعه هابر تحت تصرف وزارة الحربية ، وأخذ يجرى فيه البحوث الكثيرة فى الأعمال الحربية الكيميائية .

وكان على يقين تام من انتصار ألمانيا،فلما هزمت كانت صدمة عنيفة له ، وعلاوة على ذلك كان هدفاً لحملة شديدة لأنه مخترع حرب الغازات . ولقد كانت هذه الحملة

سخيفة ولا أساس لها ، وكانت تعليقاته على عقلية ناقدى حرب الغازات ممتعة . وقال:
إن أهم المستحدثات فى الفنون الحربية فى حرب ١٩١٤ — ١٩١٧ هى : حرب الغازات والغواصات والطائرات . وكان الناس دائماً يعتبرون أن من الوحشية استعمال أسلحة جديدة فى الحرب ؛ فنى القرن الرابع عشر كانوا يعتبرون البارود والمدافع دلائل الوحشية ، كما يعتبرون الغازات فى القرن العشرين . واستياء الناس من عمل الغواصات أقل من استيائهم من عمل الغازات ، لأن الغواصات تعمل بعيداً عن أنظار كثير من الناس ، وتمتدح الأسلحة الجوية لأنها بعثت من جديد عهد البطولة الذى كان النزال فيه فردياً والذى اندثر تقريباً فى الحروب الحديثة .

وأصيب هابر فى علاقاته الشخصية بأشد الضربات نتيجة لبحوثه فى حرب الغازات . وتلا كل تلك الجهود الجبارة والآلام الشخصية المزيعة فى الحرب التى صدمت كبرياءه الألمانى ، إلا أنه لم يقنط وبدأ يعمل فى الحال على لم شعث العلوم فى ألمانيا قائلا إن ألمانيا وقد أصبحت بلا جيش ولا مستعمرات، وعلى عاتقها القيام بدفع التعويضات لنى حاجة أكثر من ذى قبل إلى العلوم . وكان من أنشط مؤسسى جمعية حماية العلوم الألمانية التى حافظت على معاهد البحوث وعلمائها خلال فترة التضخم المالى والتعمير .

ثم بحث فى إمكان انتشال الذهب من البحار لدفع التعويضات والقيام بالإصلاحات ، وكان حبه لوطنه مازال شديداً . واستهل خطابه فى النادى الألمانى فى بونس إيرس عام ١٩٢٣ بالكلمات الآتية : « إذا كنت فى بلد أجنبى بعيداً عن وطنك فليس هناك ماهو أثمن من أن تجد لغة قومك وطرق التفكير المتبعة فى بلدك » ثم قال لمستمعيه : إنهم الذين عملوا على إنهاض ألمانيا من كبوتها واتخذوا عقيدة لهم قول نخت العظيم « : الألمانية هى الخلق العظيم » ، وشكرهم على ما أسدوه إلى علوم ألمانيا وشباب ألمانيا وهى الدعامات التى تعمل معاً على بناء مستقبل ألمانيا.

وكان هابر أعظم حجة فى عصره فى علاقة الكيمياء بالصناعة ، وكان مولعاً بالبحث فى هذا الموضوع ، ويحب أن يحاضر فى تبيان الفرق بين تاريخ الصناعة

الكيميائية فى ألمانيا والبلاد الأخرى . ويقول إن الصناعات الكيميائية بدأت فى إنجلترا ونشأت عن الانقلاب الصناعى الذى أدى إلى زيادة الحاجة إلى المواد الكيميائية التى كانت فيما مضى تطلب بكميات ضئيلة للصباغة والصناعات الأخرى الصغيرة المنزلية . أما الآن فتطلب بالأطنان لمعالجة منتجات المصانع الكبيرة الحديثة . واكتشف رجال الصناعة الأولون فى إنجلترا كيفية إنتاج الكميات المطلوبة من المواد الكيميائية بطرق غير علمية ، وكانوا يبيعونها بأرباح طائلة حتى أنهم لم يفكروا فى ابتكار طرق اقتصادية أى علمية لصناعتها . وأثروا كثيراً ، وتكاثرت لديهم الأموال وسيطروا على الأسواق وقضوا على منافسة الشركات الجديدة . وبمرور الزمن عرفوا عن طريق المصادفة كثيراً من طرق الصناعة الكيميائية . ولذلك لم يأت عام ١٨٦٠ حتى كانت لهم ثروة واسعة وخبرة عظيمة ولما أصبح مركزهم وطيداً لم يروا داعياً لتغيير طرقهم . وفى الحق كان الغموض يكتنف كثيراً من عملياتهم الكيميائية ، ولكنها كانت تدر عليهم الأرباح الوفيرة فلماذا إذاً يغيرونها ؟

وفى ذلك الوقت تقريباً أخذ الكيميائيون الأكاديميون فى ألمانيا يسافرون إلى إنجلترا للعمل كعمال فى المصانع الكيميائية . وبعد أن عرفوا جيداً الطرق التى يستعملها الإنجليز فى الصناعة رجعوا إلى بلادهم حيث أنشئوا الشركات . ولما كانوا كيميائيين مدربين فقد نجحوا فى إدخال بعض التحسينات على الطرق الإنجليزية . واشتهرت شركاتهم بجودة منتجاتها وسرعان ما اتسعت أعمالهم . ولما كان مديرو الشركات كيميائيين ، فقد كانوا يقدرون صعوبات عملائهم ويحاولون حلها ليحتفظوا بهم . أما فى إنجلترا فكان مديرو الشركات رجال أعمال يعرفون كيف يعقدون الصفقات ، ولكن ليست لهم المرونة العقلية التى للعلماء ، والتى بها يفهمون الحاجات الجديدة ويحلون المسائل التى تخلقها . وبعد أن تمتعوا بمركز عظيم لا نظير له رأوا أن العمل أفلت من أيديهم إلى الشركات الألمانية ، ولم يستطيعوا القيام بأى عمل مضاد . ونظرا لأنهم ليسوا بعلماء فإنهم لم يعرفوا كيف يعاملون العلماء ، وكانوا يظنون أن فى وسعهم السيطرة التامة على علماء الكيمياء ولكنهم فشلوا فى ذلك . أما فى ألمانيا

حيث كانت الصناعة الكيميائية من صنع رجال كانوا فى أول الأمر كيميائيين ثم أصبحوا فيما بعد رجال أعمال ، فلم يكن هناك هذا الوضع بأية حال .

ولقد كان التطور من خصائص الصناعة الألمانية . ولم تكن المانيا أمة صناعية حتى منتصف القرن التاسع عشر . وصناعاتها من إنشاء العلماء والزعماء وليست وليدة تطور لاشعورى كما فى إنجلترا . فكان ليبج نبيلا وكيميائيا ، وخلق صناعة المخصبات الكيميائية . واستغل فون ولسباخ الخواص الكيميائية للأتربة النادرة وخلق صناعة رتينة مصباح الغاز وأنشأ معملا خاصا له فى قصر قديم . وكان سيمنز عالما فى الطبيعة ومهندسا كهربائيا ومؤسسا لشركة كان بها فى وقت ما ١٣٠٫٠٠٠ عامل .

وكان هابر يعتقد أن النظام الاجتماعى فى إنجلترا يعرقل نمو العلاقات الطيبة بين رجل الصناعة ورجل العلم ، إذ كان كل منهما يبغى أن يكون من السادة المنعمين . ولذلك كان التحدث فى العمل والكيمياء آخر مايتحدثان فيه من الموضوعات إذا ما اجتمعا فى مناسبات اجتماعية وفى النادى . وكان محرما « الكلام فى الأعمال فى غير أوقاتها » . ولم تكن الحال كذلك فى ألمانيا ، إذ كان ينتظر من رجال الأعمال أن يتكلموا فى الأعمال، ومن العلماء أن يتكلموا فى العلم . وكان يعتقد أن ذلك هو الحال فى أمريكا . وهذا يفسر سبب كثرة العطايا والهبات التى يغدقها رجال الأعمال على العلماء .

ويقول هـ . لفنشتين فى محاضرته عام ١٩٣٨ : « إن انحطاط الصناعة الكيميائية فى إنجلترا فى النصف الأخير من القرن التاسع عشر قد يرجع إلى عوامل اجتماعية . وإنه لا يعزى إلى علماء الكيمياء ورجال الصناعة ولا إلى التجار أو المشرفين على الصناعة ، وإنما قد يرجع إلى نظامنا الاجتماعى . وفى الحق كان للكيميائيين مركز وضيع ، وكان ينظر إليهم باحتقار ، لا يشجعون ويكافئون كما فى ألمانيا التى كان فيها القيصر كثيراً ما يزور المصانع الكبيرة زيارات غير رسمية . أما هنا فى إنجلترا فالإنسان يعتزل العمل إذا ما أثرى ليعيش فى الأرياف وليمارس الألعاب الرياضية

ويصيد الطيور والثعالب بهمة لا تفتر . ولقد كان ذلك طريقا أسرع للنجاح الاجتماعى » .

ويعزو هابر التقدم العظيم الذى طرأ على الكيمياء فى ألمانيا إلى مصدرين : حسن إدارة البحوث ومتانة الأسس الداخلية التى تقوم عليها الصناعة ، إذ كان رجال الأعمال والفنيون والكيميائيون يتعاونون على قدم المساواة أكثر مما يحدث فى أى بلد آخر. ونشأ المصدر الأول عن نظم التعليم فى الجامعات . فلم يكن الكيميائيون أصحاب المواهب الممتازة أكثر فى ألمانيا من غيرها ، إلا أنهم كانوا عندما يظهرون يصبحون أساتذة ويبذلون جهداً أكبر مما يبذله الكيميائيون فى إنجلترا وفرنسا فى إعداد فئة من الرجال الذين — ولو أنهم ليسوا بعباقرة — على استعداد للتعلم . وهؤلاء لا يكونون مساعدين لهم فى بحوثهم فحسب ، بل يكونون كذلك المورد الذى يمد الصناعات بالفنيين الأكفاء . ولقد كان هذا المورد العظيم للرجال الأكفاء العامل الفاصل فى قضاء الكيمياء فى ألمانيا على الكيمياء فى إنجلترا وفرنسا . لأنه بينما يستطيع العباقرة دائما الاهتداء إلى طرق جديدة ، إلا أن تعبيدها لا يتم إلا بوطء أقدام جماعات كثيرة من الأتباع .

ويقول هابر : « إن أسس النظام الألمانى فى إعداد علماء البحوث متأصلة فى الألمانيين ، إذ تعلموا التفكير فى مدرسة كانت ، ومشاهدة الطبيعة من همبولدت ، كما تعلموا الانتظام فى الجماعات الكبيرة من الجندية ، والعمل الجدى من الحياة فى البقاع المقفرة ، والنجاح الذى أحرزوه فى كفاحهم من أجل الوحدة القومية وتكوين الإمبراطورية عام ١٨٧١ ملأهم قوة للسير فى الفنون والصناعات الحديثة .

واستمر هابر يقود سفينة العلم فى ألمانيا بعد الحرب فى معهده العظيم فى داهلم ، وكان مبنى جميلا حسن التنسيق كامل المعدات . وكان يؤمه طلاب البحث من جميع أرجاء العالم لا ليسعدوا فحسب بما يوحيه إليهم هابر من أفكار ، وبما فى

معهده من مختلف الأجهزة ، بل ليحظوا كذلك بالحياة العلمية المركزة فى معاهد داهلم .

ولم يكد النازيون يصلون إلى الحكم عام ١٩٣٣ حتى اضطهدوا علماء المعهد اليهود . ولما كان هو نفسه يهوديا ، فقد شعر أن من الواجب عليه أن يستقيل احتجاجا . وإن هذا الرجل الذى عمل أكثر من أى إنسان آخر ليمكن بلده ـ لدرجة تقرب من النجاح ـ من مقاومة العالم كله تقريبا طرد من عمله فى الواقع ونفى . ولم تكن هذه أول إهانة لحقته كيهودى ، فعلى الرغم من الخدمات الجليلة التى أداها بصفته مدير مصلحة الأعمال الحربية الكيميائية ، فإن الجيش الإمبراطورى لم يمنحه رتبة أعلى من رتبة يوزباشى .

ولقد وجد الملاذ فى البلد الذى جاهد أن يهزمه . ودعى للعمل فى معمل بوب الأستاذ فى جامعة كبردج . وهو أحد العلماء الذين كانوا يردون على أعماله الحربية الكيميائية . وقال : إن معمل رذرفورد كان فى ذلك الوقت أهم مركز للبحوث فى العالم . وهذا ما جعل كبردج أكثر جاذبية له من أى مكان آخر للبحث » .

وكان هابر مريضا عند وصوله إلى إنجلترا وكان يشكو من ضعف فى القلب . وبعد وصوله بقليل احتفل به أصدقاؤه فى أحد مطاعم لندن . ولا ريب فى أنه أخذ يتكلم عن الحالة فى ألمانيا بصراحته المعهودة . ولم يمض وقت طويل حتى تسلم خطابا من أحد زملائه السابقين يخبره فيه أن الحكومة الألمانية علمت من أحاديثه أنه غير مخلص لها ويطلب منه بيانا عن ذلك ، ولقد كان لهذا وقع شديد عليه .

وفى يناير عام ١٩٣٤ غادر إنجلترا لينعم بالراحة فى الجنوب ولكنه مات فى طريقه إلى بال على أثر نوبة قلبية .

وحياة هابر صورة مصغرة من التاريخ الألمانى ، إذ تبين النشاط والنظام والأعمال العظيمة والانهيار والجمع بين الفضائل والعيوب . وهذا يظهر فى صناعة

النشادر ، وفى تلك المحاولة اللطيفة المضحكة التى كانت تهدف إلى استخراج الذهب من البحر لدفع التعويضات .

ويدل القضاء على تنظيم هابر العلمى فى معهد الكيمياء الطبيعية في داهلم وانكماش جمعية القيصر ولهلم للبحوث العلمية وسقوطها، على اعتماد العلم على الأحوال الاجتماعية وعلى عدم صحة القول بأن البحوث تستطيع السير فى طريقها مستقلة عنها . فالعلم حقاً أصبح كائناً حياً يتمتع بشىء من الاستقلال ، ويتوقف نموه إلى حد ما على نمو أجهزته الداخلية ، ولكنه لا يستطيع الحياة مستقلا عن الأحوال الاجتماعية . وهو يشبه طرفاً قوياً من أطراف جسم المجتمع ، وفيه إلى حد ما عناصر الحياة والنمو ، ويستطيع أن يقوم بأشياء كثيرة ، ولكنه ليس كائناً حياً منفصلا عن غيره وأنه يموت إذا مامرض الجسم الاجتماعى الذى يسنده .

٧٢

الأسس الاجتماعية التي قامت عليها العلوم فى ألمانيا

وقد يكون أروع تحليل للنهضة العلمية والفنية فى ألمانيا ماقام به فبلن ، إذ يقول: «إن التكوين البيولوجى واحد لكل من أهل ألمانيا وإنجلترا وهولندا وشمال فرنسا وإسكنديناوه ، ولذلك لايمكن تفسير مظاهر العلم فى ألمانيا على أساس خواص بيولوجية يتميز بها الألمانيون ؛ فقد نشأت هذه الشعوب كلها من سكان سواحل بحر البلطيق وبحر الشمال فى العصر الحجرى الحديث . ويظن أن الدلائل المستمدة من عصر ماقبل التاريخ تبين أن هذه الشعوب كانت عبارة عن جماعات صغيرة محبة للسلم تشتغل بالزراعة ، ويدير شئونها الاجتماعية جمعيات تضم غالبية السكان . وكانت سلطة الملوك والزعماء ضعيفة على الجماعات التى ينتمون اليها . وكان الناس أحرارا نسبيا وأخذوا كثيرا من الفنون عن أهل الجنوب والشرق ولكنهم أدخلوا عليها تحسينات ، كما يظهر من الآلات التى عثر عليها . ويعتقد فبلن أن أعمال شعوب بحر البلطيق فى العصر الحجرى الحديث كانت خير تعبير طبيعى عن استعدادها البيولوجى، لأن العصر الحجرى الحديث كان العصر الوحيد الذى طال حتى استطاعت العوامل البيولوجية أن يكون لها بعض الأثر فيما لتلك الشعوب من خواص بيولوجية معينة . ويظن أن أبناء هؤلاء الناس — الألمانيين والإنجليز وأهل شمال فرنسا وغيرهم — يميلون دائماً إلى الديموقراطية الشبيهة بما كان يسود العصر الحجرى الحديث إذا سمحت لهم الظروف .

وترجع نشأة الإنجليز والألمانيين الحاليين إلى المقامرين من سكان سواحل بحر الشمال . وكانوا عبارة عن جماعات تستطع أن تهيء لها حياة هانئة فى بلادها بين الجماعات الآخذة فى الازدياد . ولما كان حب الحرية بين أفراد هذه المجتمعات

لايزال شديداً بحيث لايسمح لهؤلاء السادة الساخطين أن يصبحوا ملوكاً يرثهم أبناؤهم من بعدهم ، فقد رحلوا إلى البلاد الأجنبية عسى أن يكون لهم فيها سلطان . فالذين اتخذوا البحر طريقاً لهم وصلوا إلى إنجلترا وانتصروا على أهلها . وكان يحكمهم الرومانيون ورجال الكنيسة منذ زمن طويل . وسرعان ماعرفوا بعض مقومات مدنيتهم وحياتهم الهادئة . والذين هاموا على وجوههم بعيداً عن السواحل وصلوا إلى ألمانيا وقهروا أهلها المتبربرين ولم يتعلموا عنهم شيئاً ، وأقاموا أنفسهم سادة يعيشون على السلب والنهب .

واعتنق هؤلاء السادة الدين المسيحى بعد ستة قرون ، فى الوقت الذى توطدت فيه دعائم تقاليدهم الوحشية ، ثم غزوا بروسيا . وبذلك أصبحت بروسيا أحدث أجزاء ألمانيا ، وأصبحت عادة السلب والنهب فيها أحدث وأقوى مما هى فى أى جزء آخر . ولقد ظلت تلك العادات قوية فى بروسيا ، بينما أخذت تضعف فى البلاد التى لها نظم اجتماعية قديمة كإنجلترا وفرنسا .

وظهر التباين بين أبناء الشعوب الجرمانية فى إنجلترا وأبنائها فى بروسيا فى بداية القرن السادس عشر ، فالذين فى إنجلترا أخذوا ينعمون بالأمن الذى هيأته لهم عزلة جزيرتهم . وكانوا قد عادوا من قبل إلى عادات أجدادهم الذين عاشوا فى العصر الحجرى الحديث على سواحل بحر البلطيق من حيث التمسك بالحرية والعناية بالفنون والصناعات ، والذين فى سهول بروسيا غير المحصنة كانوا كما عهدناهم متوحشين نهابين .

ولقد نجم عن اهتمام الإنجليز بأخذ الفنون من غيرهم فى عهد الملكة إليزابث ، تلك العناية بالفنون والصناعات فى وقت لم يستطع فيه الشعب القيام بحروب هجومية كبيرة . ولما كانت الفنون الصناعية تستلزم دراسة قوى غير شخصية فإنها تؤدى إلى التقليل من احترام السلطة الشخصية ، ولذلك فإن الفنون الصناعية التى أخذتها إليزابث عن البلاد الأخرى حبا فى زيادة ملكها كانت السبب فى إضعاف نفوذها .

ويظهر انتصار النزعة الجديدة فى القرن التالى فى إعدام شارل الأول وعزل جيمس الثانى وإنشاء حكومة لخدمة التجارة والصناعة لا لخدمة الأشخاص ذوى السلطان .

وبرجوع الإنجليز بعض الشئ إلى حرية العصر الحجرى الحديث نتيجة لتمتعهم بالسلم المستمر وتأسيسهم مجتمعاً قائماً على التجارة والصناعة ، استطاعوا خلال القرنين التاليين القيام بالانقلاب الصناعى وخلق علوم وصناعات حديثة كمنتجات ثانوية .

وفى بداية القرن التاسع عشر كان النظام الإقطاعى لايزال سائداً فى بروسيا والإمارات الألمانية ، وكان نظام الإنتاج فيها قائماً على الحرف اليدوية . ولذلك بدأت تشعر بوطأة سيادة إنجلترا اقتصادياً ، وظهر جلياً أن على ألمانيا أن تتوحد وإلا فسيستغلها اقتصادياً قوم أكثر تقدماً .

ولقد أدى الخوف من سيطرة إنجلترا اقتصادياً إلى توحيد الإمارات الألمانية ، ولقد تم هذا تحت زعامة بروسيا . ولما كان المجتمع قائماً على النظم الإقطاعية فإنها حققت الوحدة بنظم إقطاعية . وسيطرت على كل ألمانيا وثبتت سيادتها بحروب ناجحة انتهت عام ١٨٧١ .

ولما تمت لألمانيا وحدتها الإقطاعية صممت على الحصول على الطرق الفنية التى بذلت إنجلترا فى سبيل معرفتها جهوداً شاقة مدى قرنين من الزمن ، واستطاعت اختيار أفضل الطرق . ولما لها من السلطان كانت تأمر الشعب بالعمل فى الحال .

ولقد أثار اتباع هذه الطرق قليلا من الصعاب لأن الأسس التى قامت عليها كانت معروفة ، ولم يعوز ألمانيا الإقطاعية العلماء المدربون . ويرى فبلن أن ذلك يرجع إلى فقر المجتمع الألمانى فى عهد الإقطاع . ففى إنجلترا كان الإنسان يثبت مكانته الاجتماعية بممارسة الألعاب الرياضية وتربية خيول السباق ، أما فى ألمانيا فإنه لايستطيع ذلك ، ولهذا اتجه إلى تحصيل العلوم والفنون ، فكان ذلك أيسر السبل للحصول على مكانة اجتماعية . وكان من الطبيعى أن يفكر ـ وهو ذو العقل المدرب ـ

فى الآراء التى سادت المجتمع الإقطاعى والعلاقات الشخصية . ولقد أدى ذلك إلى خلق الفلسفة الألمانية .

وكان فبلن يعتقد أن ليست هناك صلة جوهرية بين الفلسفة الألمانية والعلم أو المجتمع الصناعى وأنه لاقيمة لها إلا عند أولئك الذين ارتضوا قيم النظام الإقطاعى . وكان حريصاً على أن يضيف إلى كلامه أنه لايقول بأفضلية النظم الصناعية على النظم الإقطاعية ، أو أن العلوم الحديثة أفضل من الفلسفة الألمانية الكلاسيكية ، ولكنه يقول إن من الواجب وزنها بموازين أخرى للقيم .

ولقد كان لدى رجال الصناعة الجدد فى ألمانيا عدد كبير من الفلاسفة الذين اعتادوا شدة الاقتصاد وحسن التدبير فى حياتهم . فاختاروهم مديرين للمصانع ، فأثبت هؤلاء كفاية ممتازة وأداروا شئون الصناعة بمقدرة أعظم من الإنجليز الذين أصبح نظامهم بالياً .

وكان العمال الألمانيون غير أميين ، وسرعان ماعرفوا كيفية إدارة الآلات ، وكانت أسهل من الحرف اليدوية التى كانوا يمارسونها من قبل . ولما كانوا أعضاء فى مجتمع إقطاعى ؛ فقد تعلموا كيف يطيعون الأوامر . ولم يكونوا متعبين كزملائهم الإنجليز الذين رجعوا إلى عادات أجدادهم سكان سواحل البلطيق من حيث الحرية والتكاسل .

وسار تصنيع ألمانيا بخطوات عظيمة موفقة ، ونمت فيها بدرجة مماثلة قوة المجتمع القائم على التقاليد الإقطاعية ، ورغب فى التوسع مما أدى إلى التصادم مع إنجلترا ومجتمعها الأقدم فى الصناعة . ووقفت أمريكا وفرنسا بجانب إنجلترا لأن الأوضاع الاجتماعية السائدة فيهما أقرب إلى مافى إنجلترا مما فى ألمانيا . وبذلك وقف التوسع الألمانى إلى حين ، ولم تندثر التقاليد الإقطاعية ، واستمرت الصناعة المبنية على العلم ، وتقدمت العلوم بدرجة لانظير لها . وفى عام ١٩٢٣ أى بعد وفاة فبلن بأربع

سنين، عادت ألمانيا الإقطاعية إلى اتباع وسائلها المألوفة لتتبوأ مكان الصدارة. وفى عام ١٩٣٩ أعلنت الحرب مرة أخرى على إنجلترا وفرنسا.

وتكهن فبلن عام ١٩١٥ بأن ألمانيا ستظل مزعزعة الأركان طالما تحاول الجمع بين النظام الاجتماعى والتصنيع العلمى وذلك لأنهما خصمان لا يتفقان بطبيعتهما. ومع أن المجتمع يستطيع تعلم الطرق الصناعية بسرعة عن طريق ما يصدر إليه من الأوامر، إلا أنه لايستطيع اكتشاف أى شئ جديد فى العلم. ولم تخلق ألمانيا العلم الحديث وإنما وسعته. وليس من المحتمل أن تخترع فى المستقبل علوما جديدة فى جوهرها، لأن ذلك بعيد عن متناول التفكير الذى يسود مجتمعا تنظمه سلطة فردية.

وكان يعتقد أن ألمانيا قد تهبط فتصبح دولة من الدرجة الثانية، وقد تتخلص من نظمها الإقطاعية ولكنها قد تغزو العالم وتسيطر عليه، وعند ذلك ينحط مستوى المدنية فى المجتمع الإنسانى. « لأنها ستلجأ إلى نظم رجعية عنيفة تقضى على النظم المدنية والسياسية التى وصل إليها الإنسان عن طريق الصناعات الحديثة والعلوم الصحيحة ».

ويقول فبلن إن انتشار روح المسالمة ابتغاء تقدم التجارة والصناعة، وانحطاط المكانة الاجتماعية فى مجتمع صناعى نتيجة للاهتمام بالمادة، وإهمال الأيدى العاملة لا يكون أساساً متينا للسلم والديموقراطية، ومع ذلك فإن بعض الأفراد الذين اضطربت نفوسهم والذين نشأوا على تقاليد طبقية خاصة، أو يميلون إلى محاباة فريق معين من الناس، سيفطنون إلى مافى الأعمال الحربية من فوائد، وسيعملون على إبقاء العداوة التقليدية بين الشعوب. فالوطنية والقرصنة والامتيازات الطبقية تتجه كلها نحو غاية مشتركة. وحيثما يوجد فرد يتملكه هذا التحيز الشديد نحو طبقة معينة أو تقليد خاص وتتهيأ له الظروف التى تنمى جنون العظمة، ويوضع فى مركز لا يسأل فيه عما يفعل فحسب، بل ويساعده على التمادى فى غروره وضلاله، فإن تحيزه هذا قد يصبح أمراً يحتذيه الناس؛ ويشىء من الدعاية والدهاء يألفه جميع

الناس ويتحمسون له . وهذا ما يحدث فى شعب تقاليده التاريخية قائمة على النظم الإقطاعية وتسير فيه الأعمال على الإرغام والامتيازات الطائفية والولاء للنظم القائمة .

وحياة هابر العملية وما فيها من أحداث توضح الصعوبات التى يصادفها الجمع بين طرق التفكير الإقطاعية والآراء العلمية الحديثة فى الحضارة الألمانية ، وتبين كيف أنه هوى فجأة بعد الأعمال المجيدة الكثيرة التى أداها .

٧٣

الحوافز الشخصية إلى البحث

ويمكن تقسيم الدوافع الشخصية التي تدعو العلماء إلى الاشتغال بالبحث إلى خمسة أنواع على الأقل ؛ وأولها حب الاستطلاع ، والرغبة فى المعرفة حباً فى المعرفة وما أكثر ما يقول العلماء أنفسهم ! وثانيها الرغبة فى الشهرة وهو حافز قوى جداً ، وثالثها الحاجة للعيش ، ورابعها الرغبة فى التمتع بلذة البحث ، وخامسها الرغبة فى خدمة الإنسانية . ولقد أجريت بعض البحوث السيكولوجية لمعرفة ما لهذه الحوافز من أهمية نسبية من الوجهة العملية .

ولقد ذكر بولانى بطريقة لطيفة فى نقده لكتاب برنال «رسالة العلم الاجتماعية» أن الاكتشاف يرجع أولا إلى حب الاستطلاع البحت . ويعتقد أن العلم ما هو إلا مجموعة من الآراء الصحيحة ، ويتكون من فروع مستقلة مثل الرياضة والطبيعة والكيمياء والحياة . وكل إضافة جديدة إليها تأتى نتيجة اتباع طرق خاصة بكل فرع ، ولا تندمج فى العلم إلا بعد أن يقرها علماء معروفون . وعلى ذلك ففروع العلم المختلفة عبارة عن كائنات حية مستقلة من الآراء تنمو فى حياة خاصة بها . ويقول بولانى : إن هذه المجموعات من الآراء لأعظم منتجات الإنسان الخالدة . فلا تزال علوم بلاد ما بين النهرين ومصر وأوربا باقية ، بينما لا نذكر ما كان بها من مذاهب دينية وقوانين وحرف . ويبدو أن العقل البشرى يميل بشدة إلى الأخذ بأى مجموعة من الآراء المنسقة التى يشد بعضها بعضا . ويتعلق العقل بهذه المجموعات القيمة من الآراء السديدة المتماسكة لتكون له الغلبة فى هذا العالم المتغير . ولذلك لا يعنى العلم إلا بهذه الآراء ، . ويحذو بولانى حذو برنال فى اقتباس قول ت. ه.

هكسلى من أن ما يدفع العلماء إلى البحث « هو حب المعرفة وما يشعرون به من فرح عند معرفة أسباب الأشياء التى تغنى بها الشـــاعر قديما — لذة التمتع بمعرفة القوانين والنظم التى تسير عليها العوالم المتناهية فى الكبر والعوالم المتناهية فى الصغر والتى يجرى بينهما عالمنا ، وأحيانا يعثر العلماء على أشياء لها قيمة عملية ، ويبتهج من يفيد منها . » ولكن حتى فى الوقت الذى تدوى فيه صيحات الفرح ويجد العمال مجالا لعمل يرتزقون منه ، وتزداد ثروة الرأسماليين يسير العالم فى طريقه بعيداً عن كل ذلك يبحث فى محيطات لا حد لها من المجهولات » .

وتدفعنا هذه الأقوال إلى دراسة سنوك وأقوال علماء آخرين لمعرفة ما يحفز العلماء إلى البحث ، والعلماء الذين تدفعهم رغبةملحة إلى فهم ما يدور حولهم وتكوين مجموعة متماسكة من الآراء لشرح ظاهرة من الظواهر الطبيعية ، يذيعون غالبا نتائج بحوثهم كارهين . وقد لايذيعونها إطلاقا . ومن الأمثلة الرائعة لذلك نيوتن وكافندش وداروين . فقبل أن ينشر نيوتن أول بحث له ، كتب إلى كولنز فى خطاب به حل مسألة على الدفعات: « لك أن تنشره فى صحيفة الأعمال الفلسفية غفلا من اسمى لأنى لست على دراية بما ينال تقدير الجمهور ، وقد يزيد من معارفى، وهوالشىء الذى أعمل جاهداً على تجنبه » .

وكان مصمما على إخفاء الجزء الثالث من البرنسيبيا لأن « الفلسفة كالمرأة المشاكسة ، والاتصال بها يثير كثيراً من المشاكل فى المحاكم وغيرها » .

واخترع كافندش المكثفات الكهربية ،وبها اكتشف السعة الكهربية وقاسها . ولكنه لم ينشر هذا البحث وبذلك ظل خافيا ، وقام فاراداى باكتشافها من جديد . وكان « كافندش » يعمل جهده ليتحاشى الناس فيتناول طعامه من فتحة فى جدار حجرته حتى لا يضطر إلى التحدث مع أحد وحتى يقل توقفه عن العمل إلى أقصى حد . واشتغل داروين أكثر من عشرين سنة فى موضوع « أصل الأنواع » ولولاضغط ليل ما كان أعده للنشر . وخير ما يفسر هذا النوع من السلوك الرغبة فى المعرفة كدافع إلى البحث .

ولا يعترف العلماء عادة بأن الرغبة فى الشهرة من الدوافع للبحث ، ولكن سلوك الكثيرين منهم يكشف عن ذلك وخاصة هؤلاء الذين يذكرونها . ونيوتن نفسه الذى كثيرا ما أظهر أن الرغبة فى المعرفة هى الباعث له على العمل، ما كاد يحصل على وظيفة كبيرة نتيجة شهرته العلميـــة حتى أعرض عن القيام بالبحوث العلمية . وكان قد انتخب عضوا للبرلمان عن جامعة كمبردج مما هيأ له الاتصال برجال الأعمال، فطمع فى مركز اجتماعى أعلى وألح على لوك أن يستعمل نفوذه مع رجال الحكومة ليوجدوا له الوظيفة التى يصبو إليها . ولما لم يوفق لوك فى بادئ الأمر حزن نيوتن حزناً شديداً ، حتى إنه كما يقول ل . ت . مور « لم يفكر فى زيارة من فشل فى مسعاه له ولو تخلى عنه الونموث لضاع كل أمل له ، ولقضى حياته فى ظلمات الحياة الأكاديمية . وخوفا من أن يكون قد أساء إليهم اعتذر لهم بذلة عما يكون قد فرط منه فى حق لوك » .

والمنازعات على الأسبقية من أقوى الأدلة على الرغبة فى الشهرة . ولقد اشتبك نيوتن فى كثير منها ، وكتب داروين : « وعلى الرغم من أنى أكره الكتابة من أجل الأولوية فإنى أستاء إذا ما استطاع إنسان ما أن ينشر قبلى النظريات التى أكتشفها » .

ورسالة بلاكت عن حرفة الطبيعة التجريبية من أقيم ما كتبه عالم عن طريقته فى البحث فيقول : « إن عالم الطبيعة التجريبى بحبه الشديد للاستطلاع ليكشف عن الأشياء قد غير طريقة المعيشة ، وهو يعرف كثيراً من الحرف ولكنه صانع هاو » . ويجب أن يكون قادراً على الاشـــتغال بالزجاج والمعادن والخشب والتصوير والكهرباء ، وأن يكون على علم تام بالعدد والأجهزة ، وعليه أن يقضى ثلاثة أرباع وقته فى هذه الأعمال » ويجب أن يكون ملماً بالأمور النظرية ليعرف أى التجارب تستحق الإجراء ، وأن يكون صانعاً ماهراً ليستطيع القيام بها . ويتوقف غالباً اختياره لموضوع بحثه على استعداداته الخاصة ، كأن يكون خبيراً بالزجاج مثلا أو مهندساً . وفى المعامل الإنجليزية يميل العالم إلى الاعتماد على موارده الخاصة فى صنع الأجهزة التى يحتاج إليها . وقد تكون هناك علاقة بين هـذا التقليد وبين شيوع الهوايات

العلمية ومن ثم ربما وجدت الطبيعة التجريبية فى إنجلترا مايغذيهـــا من التقاليد الاجتماعية والمبادىء الخلقية التى جعلت الطبقة المتوسطة الناشئة تفضل قضاء أوقات فى البيت بدل المقهى .

ويتوقف الاكتشاف التجريبي على الانتفاع لأقصى حد بخواص المـــواد التى يمكن الحصول عليها . « ويفتح اطراد تقدم الطرق الفنية عدة ميادين جديدة للبحث كما يفعل ذلك تقدم الطبيعة النظرية . ولكن الباحث على الدوام يتخصص ولا يغير طرقه الفنية ليتبع أحدث الطرق النظرية . وغالباً لا يفعل ذلك لأن كثيراً من التجارب يحتاج إلى مران طويل .

والباحث على علم بالآلات والأدوات المتحركة فى هذا العصر .. عصر الآلات واللعب بالكرة ، ويحصل على المعلومات التى تساعده على التكهن بسير العمليات . والعمليات معقدة وتتطلب الجمع بين التفكير المجرد وسرعة استخدام اليد والبصر ، وبهذه المهارة العقلية واليدوية التى سبق وصفها يسير الباحث فى عمله فى المعمل كالهاوى ، ولكنه يسيطر على كل مافيه .

وهـــذه الصلة الوثيقة بين المهارة اليدوية والمهارة العقليـة هى التى تضفى على عمل الباحث مايمتاز به من روعة وجلال . ويتعذر أن تجد مهنة أخرى تجمع بينهما لهذا الحد . وقليل من النـاس من يرضى بحرفة كل ما فيها من عمـل يدوى الكتابة بالقلم أو على الآلة الكاتبة . ومع ذلك فالكثيرون الذين يبدأون حياتهم العملية مهندسين حباً فى استعمال الآلات يجدون فيما بعد أن أهم أعمالهم يؤدونها قعوداً ككتبة المصارف . وموظفو المكاتب يتقاضون أجوراً أعلى من مهرة الميكانيكيين لأن هؤلاء الميكانيكيين يؤدون كلما أمكن ، عمل موظفى المكاتب علاوة على ممارسة بعض الهوايات العملية التى تعوض عليهم مانقص من أجورهم عن غيرهم . والعالم الباحث أسعد حظاً ، إذ أن ميدان عمله فسيح يشمل النجارة والحـــدادة

والبرادة والميكانيكا وغيرها . وتستدعي بحوثه العمل اليدوى والعمل العقلى ، وله أن يقسم الوقت كما يتراءى له بين هذين العلمين الممتعين .

وهذا الوصف لأعمال عالم الطبيعة التجريبية يصور لنا بوضوح حافزاً من أهم الحوافز له على العمل ، إذ يجد فيه متعة تسوغ له الانكباب عليه . وليس فيه مايشير إلى الرغبة فى البحث عن حقائق العالم كما أشار إليها بولانى وهكسلى .

ومن المتعذر ، إن لم يكن من المستحيل أن تجد ما يدل تصريحاً أو تلميحاً على تلك الرغبة فى كتب نيوتن وكافندش وداروين وهم الذين قاموا بالبحث فى موضوعات لاينتفع بها الغير كثيراً ، وكان غرضهم الاستمتاع باستعداداتهم الخاصة . وهذا مايفسر سبب كراهيتهم لنشر بحوثهم . ولقد كانوا جميعاً محبين للاستطلاع بدرجة شديدة ، إلا أن الحقائق والنظريات الضخمة التى وصلوا إليها كانت وليدة حب التقصى أكثر من الرغبة فى اكتشاف معلومات جديدة .

وإن هذا الرأى الذى يقول به ت. هـ هكسلى وبولانى لهو فى الحقيقة من خواص الدعاة أكثر من العلماء الباحثين ، ويكشف لنا عن عقل هكسلى وحوافزه على العمل ، مقارنة كتابه عن رحلة الحية ذات الأجراس ، بكتاب داروين عن رحلة كلب البحر . ولقد كتب كل منهما كتابه وهو فى الخامسة والعشرين من عمره . وبين الكتابان البون الشاسع فى العقل بين رجلين سيصبحان أعظم داعيين وأعظم عالمين فى عصرهما . ويندر أن تعثر فى كتاب هكسلى على أى رأى أو إشارة لها قيمة عملية . وأهم مايعنى به المسائل السيكولوجية الشخصية ومقاومة نوبات انقباض الصدر . أما داروين فعلى الرغم من اعتلال صحته فكتابه مجموعة من الحقائق وبسط للآراء العلمية .

ومن الجلى أن داروين كان يستعمل قدرته الهائلة فى جمع الحقائق وتلخيصها دون أن يفكر كثيراً فى قيمة عمله . وآراء هكسلى المثيرة عن مكان الإنسان من الطبيعة ترجع فى أصلها إلى مسائل السيكولوجية الشخصية ، وهى تبحث فى أهمية نتائج البحوث أكثر مما تبحث فى الدوافع التى أدت إليها .

وليس حب الاستطلاع فى حد ذاته أو فى طرقه عملا نبيلا ، وهو عند كثير من الحيوانات يدفع إلى أعمال تافهة ، وغالبا ما يرتبط بالفضول، وهو فى هذه الحالة يؤدى بوجه خاص إلى جمع كثير من المعلومات فى علم الحياة . وهو كعملية سيكولوجية عبارة عن إعلاء نزعة السيطرة . ويود المحب للاستطلاع اكتشاف المعرفة التى تهيئ له السيطرة على ظاهرة من الظواهر ، إما فعـــلا وإما بمعرفة كنهها . وشعوره بالنصر عند ما ينجح فى الاكتشاف هو شعور بالنصر على شئ ما ، إذ أنه أخضع لسلطانه إحدى ظواهر الطبيعة .

والعوامل النفسية فى الاكتشاف واحدة فى جوهرها فى كل الأحوال . فالعالم فى بيته أو فى معمل البحوث فى جامعـــة ما ، يحس فى الواقع بهذا الإحساس السيكولوجى عند الاكتشاف . فإذا كان يعمل فى بيته ، أو كان أستاذاً كبيراً ، فإنه يعمل على إيضاح بعض الظواهر التى لا تزال غامضة .

وإذا كان يشتغل فى معمل للبحوث الصناعية فإن مسائل معينة تختار له ؛ فهو فى الحالة الأولى حر فى اختيار المسائل التى يعالجها ، أما فى الحالة الثانية فإنه يعلم تماما أن المسائل التى يعهد إليه بحلها من اختيار غيره . وتساعد هذه الأحوال على إيضاح الفرق بين العلوم التطبيقية والعلوم البحتة ، ويشعر العالم بأنه يشتغل بالعلوم البحتة إذا لم يكن مدفوعا للعمل بغير محض إرادته ورغبته الخاصة فى حل المسألة التى يعنى بها والتى اختارها هو بنفسه غير متأثر بأى عامل خارجى .

ويشعر العـالم بأنه يشتغل بالعلوم التطبيقية إذا ما أدرك أن هناك مؤثرات خارجية توجه اختياره لموضوعات البحث . ويقوم العالم بالاكتشافات الهامة عامة نتيجة لحصر كل انتباهه وتفكيره ، إذ لا تحل المسائل العويصة إلا بشدة تركيز العقل مما يؤدى إلى عدم إحساس العالم الباحث بالظروف الموضوعية التى أثرت فى بحوثه . وهـذه الحالة أساس القول بأن « كل العلماء يميلون إلى الفوضى » . وإذا كانت الظروف الموضوعية التى أثرت فى بحوثه دقيقة غامضة فقـد ينسى وجودها

أو لايحس بها إطلاقا . وهذا شأن غالبية العلماء الذين يشتغلون فى معامل البحوث الأكاديمية ، وهذا التركيز الشديد الذى كثيراً ما يشغل العلماء عن الاتصال بالمجتمع هو أيضا سبب ما يعرف عنهم من نسيان .

ولكن هؤلاء الذين يشتغلون فى معامل البحوث الصناعية لايستطيعون طويلا نسيان الظروف الموضوعية ، ولو أنهم ينسونها فى فترات حصرهم لأفكارهم إبان انكبابهم على العمل . وإذا سئل أحدهم فى أثناء انهماكه فى العمل كيف حل مسألته ، فإنه يقول إنه فعل ذلك بتتبع منطقها الداخلى ، وهذا حق ، ولكن من الواضح أيضاً أنه لم يكن يحلها إذا لم توجه المؤثرات الخارجية انتباهه .

والقول بأن العلم مجموعة مستقلة من الآراء ليس إلا نتيجة من نتائج الذاتية . وهو يصدر عن نفس العوامل التى صدرت عنها فلسفة أفلاطون . ولقد سبق ذكر بعض التعليقات على طبيعة هذه الفلسفة وما آلت إليه ، ولقد كان أفلاطون نصير قصر الحكم على العلماء ، وهو أول من صور الفلسفة الفاشية . ويبدو أنه لم يكن مغرضا عند ما قال إن العلم كائن حى من الآراء مستقل عن العالم المادى ، ولكنه كان فى الحقيقة يخفى غرضا سياسيا . إذ قال إن العلم هو الحقيقة ، وحيث إن العلماء هم وحدهم الذين يستطيعون البحث فى العلم فإنهم وحدهم الذين يعرفون الحقيقة ، ولذلك فهم وحدهم الجديرون بالحكم .

وإن الرغبة فى تتبع المنطق الداخلى لمجموعات من الآراء لهى فلسفية أكثر منها علمية . وترى واضحة فى الفلسفة الألمانية . ولقد سئل مرة طالب ألمانى عن أهمية فلسفة نخت فارتبك تماما ولم يفهم الغرض من السؤال . ولما سئل مرة أخرى لماذا يدرس فلسفة نخت أجاب بعد شئ من التفكير « لأن من المفيد معرفة كيف أنه يستنتج شيئا من شئ آخر » ، وليس هذا جوهر النشاط العلمى . ولقد أحسن كلارك مكسويل التعبير عنه عندما قال : « إنه إبعاد العقل عن الرموز إلى الأشياء وعن الأشياء إلى الرموز ثانية » .

والرغبة فى الشهرة عامل أقوى بكثير مما يصرح به العلماء عادة . إذ تقل بحوث كثير من العلماء بعد ما يختارون للعمل بجمعيات شهيرة أو يعينون أساتذة فى المعاهد أو مديرين لها . ويستطيع العلماء الشغوفون بالبحث فى معظم الأحوال استغلال سلطان الوظائف الكبيرة فى توسيع نطاق بحوثهم . وفى وسعهم تنظيم مالديهم من الموظفين ليزيد إنتاجهم . إلا أن كثيراً منهم لا يعملون ذلك بحجة أن أعمالهم الإدارية تستنفد كل وقتهم . أما لهفة العلماء الذين طبقت شهرتهم الخافقين إلى الألقاب فهى مما لا يحتاج إلى بيان .

ولقد صور سنو فى قصته « البحث » أثر حب الشهرة فى العلماء تصويراً ممتعاً . وتبخس كذلك قيمة كسب العيش كدافع للبحث . والحاجة إلى المأكل والمسكن دافع أقوى بكثير مما يظن عادة . وفى وسع الإنسان القادر على البحث أن يكسب قوته بسهولة عن طريق البحث أكثر من أى طريق آخر . ويقال إنه يستطيع أن يكسب أكثر فى مهن أخرى إذا ماأراد . ومن المحتمل أن يكون عدد الحالات التى يصح فيها ذلك مبالغا فيه . وانعدام الظروف الملائمة لإجراء البحوث لا يدفع حتما الرجل الموهوب إلى مهنة أخرى يكسب فيها الكثير من المال ، لأن معنى ذلك فى الغالب أنه عاجز عن الابتكار . ومن رأى الجمعية الأهلية للعلماء أن تزويد العلماء بوسائل الراحة المادية اللازمة لحياة كريمة لخير مشجع على البحث ، وأن أفضل طريقة لذلك تكون بإعطائهم مرتبات ، وبالشروط التى تطبق على موظفى الحكومة .

والعامل الخامس الذى يدفع إلى البحث هو الرغبة فى خدمة الإنسانية ، ويقول برنال : « إن الناس يرجون أن يكون لعملهم أهمية اجتماعية » بجانب إشباع حبهم للاستطلاع وتمتعهم بلذة العمل . ولا يوافق بولانى على أن يكون الغرض الوحيد من البحث العلمى اكتشاف الحقائق . ولم يعمل تحليل لمقدار مساهمة كل من الدوافع الشخصية — الرغبة فى الشهرة والجاه أو التمتع بلذة البحث أو كسب العيش أو خدمة الإنسانية — فى الكشف عن الحقائق . وللإنسان أن يفترض أن نصيب كل دافع منها مساو للآخر .

وعلى أية حال فإنه من المحقق أن نصيب العامل الأخير كبير، وقد يثبت التاريخ فيما بعد أنه أكبر من نصيب أى دافع آخر . وتقدم الإنسانية دليل على أن الإنسان يشجع الأشياء التى يفيد منها . ولقد ذكرنا فى الفصول السابقة ما يدل على أن شدة الرغبة فى خدمة الإنسانية ساعدت كثيراً على تطور العلم ، ويكفى أن نذكر أن أعمال باكون الهائلة ترجع فى الغالب إلى ذلك العامل،وكيف أنه أوحى إلى بويل وسبرات وزملائهما بتكوين الجمعية الملكية ، وبكل ما من شأنه النهوض بالعلم .

وبنجامين فرانكلين مدين لتلك الرغبة بالكثير من أعماله . ولما أسس الجمعية الأمريكية للفلسفة ، اقترح موضوعات كثيرة للبحث، وكانت تشمل كل التجارب الفلسفية التى تكشف عن طبيعة الأشياء، وتزيد من سيطرة الإنسان على المادة وتضاعف مسرات الحياة أو وسائل الراحة فيها .

ورفض فرانكلين تسجيل حقوق اختراعاته لينتفع بها كل الناس من غير مقابل، ورفض دافى كذلك تسجيل حقوق اختراع مصباح الأمن لأن غايته الوحيدة كانت خدمة الإنسانية .

وإن المعهد الملكى الذى كان يشتغل فيه دافى الذى ساهم كثيراً فى البحوث العلمية أنشئ « لنشر المعرفة والانتفاع بالمخترعات الحديثة الميكانيكية النافعة ، وما أدخل عليها من تحسينات، ولتعليم الشعب كذلك بإلقاء المحاضرات بانتظام ولإجراء التجارب الفلسفية، ولاستخدام المكتشفات العلمية الحديثة لتحسين الفنون والصناعات وتسهيل سبل الحصول على وسائل الراحة فى الحياة .

ولقد عهد المعهد إلى طاه ماهر للبحث فى تحسين فن الطهى وكان ذلك من الأهداف الهامة التى يعمل المعهد على تحقيقها . وخدمة الفقراء أجريت البحوث لتحسين الحساء ليكون أكثر تغذية وأقل نفقة ، ولصنع مواقد قليلة التكاليف .

ثم إن باستير كان يجرى البحوث فى باريس بدافع إنسانى ؛ إذ كان يتوق إلى

إنقاذ المرضى من بنى الإنسان والحيوان والنبات ، وساعد على إثبات أن نشر العلم من أفضل الوسائل لتحقيق ذلك ، وكان يقول : « إن العلم فى عصرنا روح سعادة الأمم والمصدر الحيوى لتقدمها . ومما لا شك فيه أننا نسير — كما يبدو — وراء المناقشات السياسية التى لا طائل تحتها .

وفى الحق إن تقدمنا منوط بالاكتشافات العلميـة وتطبيقها ، وإن الإنسان ليلمس الدافع الإنسانى فى كل هذا ، وإن كنا لا نوافق على كل ما يقوله .

ولقد كان الدافع فى الغالب لإجراء الكثير من البحوث الطبية العامل الإنسانى ، وقضى كثير من المشتغلين بالبحوث الطبية نحبهم وهم يقومون بالتجارب . ويضرب المثل لذلك بالأمريكيين الذين فقدوا حياتهم فى سبيل معرفة الحمى الصفراء ، وهؤلاء الذين هيأوا السبل التى مكنت العلماء من الاكتشاف ساعدوا العلم مدفوعين بالرغبة الشخصية لخدمة الإنسانية . ولا ريب أن لمنشئ مؤسسة روكفلر التى تهدف إلى إسعاد البشر فى جميع أنحاء العالم مآرب كثيرة، ولكن كان من بينها الرغبة فى مساعدة الإنسانية .

وإن تبرير الاشتغال بالعلم بأنه يزيد المعرفة التى تستهوى العقول، أو بأنه يبحث عن الحقيقة الخالصة ، لهو أمر فاتر أنانى إذا ما قورن بالدوافع التى حفزت باكون وخلفاءه إلى العمل ، والعلم مدين بالكثير من تقدمه إلى الرغبة فى خدمة الإنسانية ، ومن المحتمل عندما يحسن العالم التعبير عن هذه الرغبة عن طريق المؤسسات العامة أن يطغى هذا العامل فى تقدم العلم على غيره من الدوافع الشخصية .

٧٤

الدوافع الخارجية للبحث العلمى : اتساع الأعمال

ويبين ف. ب. جيوت رئيس معامل بل للتليفونات الأســباب التى تدعو الشركات الصناعية لإنشاء معامل للبحوث ، فيقول إن المشتغلين بالبحوث فى أى شركة صناعية يعملون لنفس الأغراض ويساسون بنفس القوانين التى تطبق على غيرهم ممن يشتغلون فى الشركة . والفرق الجوهرى بينهم وبين غيرهم من المشتغلين بالأمور الإدارية والمالية وبالبيع والشراء أنهم أعدوا لشئ معين ، وأعد غيرهم لشئ آخر ؛ فمهارتهم فى الحقائق والطرق العلمية أكثر منها فى الأعمال التى تتطلبها الفروع الأخرى فى الشركة .

ويجب أن تكون منظمة البحوث الصناعية الناجحة جزءاً متمما للصناعة .

ولقد أبد إنشاء معامل البحوث الصناعية بطريقة منتظمة حوالى عام ١٩٠٠ لما ظهر أن الطريقة التى كانت يستعملها المهندسون الذين اخترعوا الآلة البخارية وأحدثوا الانقلاب الصناعى أصبحت غير كافية لتحسين الصناعة . وكانت الأعمال الجليلة التى قام بها هؤلاء الرجال مبنية على إدراكهم إلى حد ما للأساليب العلمية التى اكتشفت شيئاً فشيئاً منذ عصر النهضة العلمية فى أوربا ، والتى دلت على أن هناك طريقة مؤكدة من خير الطرق لمعالجة الأشياء الجديدة . ولقد أدى ذلك إلى إدخال تحسينات أسرع مما فعلته التجارب العديدة غير المرتبطة ببعضها ، ولكن كانت معرفة المكتشفين الأوائل بالنقط الدقيقة فى العلوم الأساسية التى تقوم عليها تجاربهم ضئيلة نسبياً . ولما نضب معين معلوماتهم تطلب الكشف عن حقائق جديدة استخدام رجال فى الصناعة يفهمون الحقائق الأساسية للعلوم وطرق الحصول عليها .

ولقد أنشئت معامل البحوث للصناعات المختلفة فى أوقات مختلفة لأن الحاجة إلى المعرفة الفنية ظهرت فى الصناعات المختلفة فى أوقات مختلفة .

ويقارن جيوت إدخال البحوث العلمية فى الصناعة بإدخال الطرق الفنية الدقيقة فى تعدين الذهب عندما قلت العروق المعدنية وصعب الحصول عليها ففى بادىء الأمر كان من الممكن الحصول على الذهب بواسطة رجلين أو ثلاثة ، ثم كان يستخرج من الصخور بواسطة الطواحين المائية تحت إشراف المهندسين ، وأخيراً تعـــذر الحصول عليه بمقادير وفيرة من العروق المعدنية القليلة بدون استخدام السيانيد وطرق أخرى صناعية دقيقة . ونتج عن ذلك استخدام رجال ماهرين يختلفون كلية فى إعدادهم عن أسلافهم .

وظهرت هذه الحالة حوالى عام ١٩٠٠ فى صناعة المواصـــلات الكهربية إذ اتضح أن اكتشاف حقائق جديدة علمية لا يمكن أن يكون على يد رجال كل علمهم مادرسوه فى المدارس ، وما حصلوا عليه من التجارب ، لأن أمثال هؤلاء الرجال الذين يعرفون القليل عن أسس العلوم يجدون أنفسهم عاجزين عن النهوض بالكهرباء الذى كان واضحاً أن من الممكن تحقيقه . وفى صـناعتنا بالذات اتضـح بغاية السرعة أنه لابد من استخدام رجال يختلفون فى إعدادهم عن هؤلاء إذا ما أردنا استمرار التقدم .

وأفلح رجال البحوث فى الجامعات فى النهوض بخطوات واسعة بالعلوم الطبيعية والكيمياء ، وأضافوا إلى العلم « مجموعة من الحقائق الجديدة التى لم تطبق بعد » .

ولم يكن من المستطاع الانتفاع بتلك الحقائق الجديدة فى الصناعة إلا على أيدى رجال يعرفون عن طرق اكتشافها وممارستها قدر مايعرفه العلماء الذين اكتشفوها ، ولذلك فإن توقف الصناعة عن السير فى طريق التقدم من جراء اتباع الطرق القديمة برغم ظهور حقائق جديدة ، يمكن أن يبنى عليها التقدم ، كان السبب فى إنشاء أول معمل عظيم للبحوث فى صناعة الكهرباء .

ولم يصبح معمل البحوث العلمية فى المنظمات الصناعية مصدراً لاطراد التقدم فحسب ، بل حصناً منيعاً كذلك ضد تقلبات الدهر . ولقد دلت التجربة على أن من الممكن استمرار التقدم بأسرع ما يمكن وبأقل ما يمكن من النفقات مع أقل عدد من العثرات إذا ما وجدت معامل البحوث . ولقد كانت تلك هى الحال لا فى زمن الانتعاش التجارى عند ما اشتدت الحاجة إلى أشياء جديدة وإلى الإنتاج على نطاق أوسع بطريقة اقتصادية أكثر فحسب ، بل كذلك فى زمن الكساد عندما أصبحت الحاجة أمس إلى زيادة الاقتصاد فى نفقات الإنتاج ، وإلى صنع أشياء جديدة يمكن أن يطلبها الناس .

ويقول جيوت : « عندما كسدت التجارة الأمريكية عام ١٩٣١ بذلت منظمتنا الصناعية كل جهدها للاحتفاظ بعلمائها المدربين وتحويلهم من البحث فى مسائل أوقات الرخاء إلى البحث فى المسائل التى تفيدنا مباشرة أعظم فائدة فى تلك الأيام العصيبة وتفيدنا بكل تأكيد فى السنوات المقبلة عند ما تشرق شمس الرخاء من جديد كما نأمل » .

ويحتاج رجال البحوث الصناعية إلى تدريب طويل شاق ، ويطول الزمن الذى يستغرقه إعداد مجموعة قوية من الرجال الأكفاء ولذلك لا يمكن أن ننظر إلى قسم البحوث فى شركة ما من حيث إنتاجه قلة أو كثرة كما ننظر إلى الأقسام الأخرى إذا أردنا الإنصاف .

ولمعمل البحوث الصناعية صلة بباقى المنظمة الصناعية تشبه صلة الغدة بالجسم . ومع أنه يشغل حيزا ضيقا ، ونفقاته أقل من نفقات كثيرة من الأقسام الأخرى ، إلا أنه مصدر النشاط فى المنظمة كلها وبدونه يقف دولاب العمل . وإن فى تعيين مديرى صناعة المواصلات الكهربية أعضاء فى مجلس إدارة الشركة اعترافا بأهمية البحوث الصناعية .

ويشكو جيوت من أن هناك أفرادا كثيرا ما يعرفون بأن معامل البحوث أماكن تمدها الصناعة بالمال ، وفيها يعمل العلماء المدربون أحراراً فى أى مشكلة

تتراءى لهم . ولقد كان لهـذا التصوير ضرر بليغ . ولما كان معمل البحوث جزءا من المنظمة الصناعية ، فلا بد أن يسترشد بالظروف التي تحيط بنوع الصناعة التي هو جزء منها . ولا جدال في أنه لا قيمة حقيقية لأي جماعة تشتغل بالصناعة ولا تعنى عناية تامة بمشكلات صناعتها دون غيرها . وبالميادين التي يمكن منطقيا وشرعيا أن تمتد إليها أعمالها .

وفي أوقات الرخاء يقوم بعض مديري الشركات بالإنفاق على بحوث لا صلة لها بصناعتهم ظناً منهم أن هذا يعلي من مكانتهم كمجموعة من الرجال العظام والنابهين البعيدي النظر . ولـكن سرعان ما يقف كل ذلك إذا ما هبت ريح العسر .

ومع ذلك ففي منظمة البحوث يقوم بعض العلماء ببحوث لا تمت إلى الصناعة بصلة عملية ، ولـكن يسمح بها لأنها تعتبر ترويحاً للنفس . وهم يشبهون الموظفين في الأقسام الأخرى . « إنا لا نستخدم العلماء ليقوموا بأعمال لا صلة لها بصناعتنا ، ولا نطلب إليهم أن يقوموا بها بعد أن نستخدمهم ، ومع ذلك إذا رغبوا في إجراء البحوث في موضوعات بعيدة عن صناعتنا . فإنا لا نضع في طريقهم العراقيـل ما داموا حريصين على خدمتنا » . وفي الحق لهم أن يشتغلوا إلى حد معين فيما يرضيهم ، لأن ذلك ينشطهم ويزيد قدرتهم على الابتكار مما يؤدي إلى سعادتهم . ومن المسلم به أن خير الأعمال يأتي على أيدي رجال سعداء في الوسط الذي يعملون فيه . وأصحاب الأعمال يقولون لهم . « يجب عليكم القيام بهـذه البحوث دون غيرها » إذ أن ذلك يقضي على الغاية من البحث ويقتل القـــدرة على الابتكار ، أو يضطر العلماء إلى هجر المنظمة الصناعية .

وفي معامل بل عـدد من العلماء قاموا ببحوث لها شهرة عظيمة خارج ميدان المواصلات التليفونية ، ولهم مع ذلك مكانة عظيمة في الشركة لعلمهم الغزير في المسائل الأخرى المتصلة بالصناعة التي تعنى بها الشركة .

وهؤلاء العلماء مدربون على إجراء البحوث وهم وإن كانوا يقضون جانبا كبيراً من وقتهم في بحوث لا صلة لها بالتليفونات فإنهم قادرون على معرفة ما خفي

من المعلومات التى قد تساعدهم فى بحوثهم الخاصة بالتليفون . وفى بعض الحالات يكونون الوحيدين الملمين بتلك المعلومات نظرا لبحوثهم المبتكرة. ولكن إذا فقد هؤلاء العلماء الاهتمام بالمسائل الكبرى الخاصة بالتليفونات ووقفوا كل أوقاتهم على بحوث غريبة عنها كلية ، فليس هناك ما يبرر بقاءهم فى خدمتنا » .

وليست الغاية الأولى من البحوث الصناعية الحصول على براءات للاختراعات المبتكرة . إذ أنها مستمرة وإن كانت تلك البراءات قد ألغيت كنوع من الملكية المعلومة الأجل . « وفى الواقع تهدف البحوث الصناعية المنظمة إلى حل المشكلات التى قد تفيد الصناعة » .

وتساعد البحوث الصناعية كثيرا على تقدم العمليات الصناعية الكبيرة . ولقد ضاعت أموال كثيرة من جراء محاولة الإنتاج على نطاق واسع على هدى النظريات العلمية ، وعند ذلك قيل إن النظريات العلمية خطأ ولا يمكن العمل بها . بينما كان الفشل راجعاً إلى الجهل بالطرق العملية وعدم إتقانها ، وكان من الممكن التغلب على ذلك بالبحوث التجريبية . ونظراً لنجاح البحوث فى حل المشكلات وخلق سلع جديدة يقبل عليها الناس فقد انتشرت طرق البحث تدريجيا فى الأقسام الصناعية والعملية فى الشركات ، وتبع ذلك نقل الرجال المدربين على البحث إلى هذه الأقسام حيث أثبتوا أن الدراسة المنتظمة كفيلة بالقضاء على الصعوبات التى تعترض طريق تقدم الصناعات .

ومن المحقق أن معامل البحوث الصناعية ستنتشر وتعم كل الصناعات ، ويرجع ذلك إلى كثرة الحقائق الجديدة التى تأتى بها معامل البحوث . والكثير منها صلة واضحة بالصناعات القائمة ، وينبئ كثير منها بإمكان قيام صناعات جديدة . ولما كان الكثير من المعلومات الجديدة يبحث فى تركيب المادة والقوانين التى تسير عليها فلا يمكن لغير رجال البحوث الانتفاع بها ، لأنهم وحدهم هم الذين يفهمونها . وللإنسان أن يتكهن بأن رجال البحوث الصناعية سيحتاجون إلى تدريب أدق بكثير مما هو الآن ليستطيعوا الانتفاع بالمعرفة الجديدة .

ويقول جيوت : « إن العلوم الحديثة فى كل صورها ولدت فى المدارس والجامعات ولقد أدى الانتفاع بها إلى زيادة الرغبة فى الاشتغال بالصناعة ولو أنها — بكل تأكيد — عملت على الإكثار من الأشياء المادية بما فتحته من ميادين جديدة حيث أمكن التغلب على قوى الطبيعه أكثر مما عملته للإنسان من الناحية الروحية » .

ويقرر جيوت أن التحسينات فى أجهزة التليفون وصلت فى الحقيقة إلى نهايتها عام ١٩١٤ بعد أن استغرق العمل فيها أربعين عاما . وكانت أجزاء كثيرة منها تصنع من المواد المغنطيسية التى تباع فى الأسواق ويمكن الحصول عليها بمنتهى السهولة . وكان ينتفع بخواص هذه المواد فى تصميم الأجهزة . وكان يحدد عمل هذه الأجهزة مدى خواص أجزائها المغنطيسية ، ولكن كان معروفاً من نتيجة للبحوث العلمية أنه من الممكن صنع أجهزة أقوى بكثير من تلك ، إذا أمكن إنتاج مواد لها خواص مغنطيسية أخرى . وكان صناع أجهزة التليفون يشترون الحديد والصلب من صناع ينتجونها لأغراض أخرى . فهل كان من الممكن صنع تلك المواد المغنطيسية التى لها الخواص المطلوبة ؟ لقد نظمت البحوث وبدئ فيها ، ودرست المعلومات المعروفة عن المواد المغنطيسية وخواص المعادن التى يمكن استعمالها فى السبائك المغنطيسية . وبعد بحوث طويلة اكتشفت سبيكة بسيطة من الحديد والنيكل لها خواص مغنطيسية أقوى عدة مرات من المواد التى كانت تستعمل سابقاً فى أجهزة التليفون والتلغراف ، وأطلق عليها سبائك برما .

ولقد كان استخدامها لأول مرة غير متوقع ، فلقد ظلت سرعة الرسائل عن طريق الكابلات البحرية ثابتة فى الواقع لما يقرب من ستين عاما ، مع أنه كان معروفا علميا أن من الممكن زيادتها بربط المادة المغنطيسية بالسلك الموصل . وعملت محاولات كثيرة لتطبيق هذه المعرفة ولكنها فشلت . وبعد اكتشاف هذه السبائك بدأ البحث لمعرفة ما إذا كان من الممكن استخدامها لهذا الغرض . فوجد أنه إذا لفت أشرطة متناهية فى الرقة من هذه السبائك حول السلك الموصل فإنه يمكن الحصول على زيادة هائلة فى سرعة الإرسال ، ولم تكن المقادير المطلوبة من هذه السبائك ولا

النفقات اللازمة لصنعها عظيمة ، ولكن كان من الممكن إرسال عدد من الرسائل يبلغ ستة أمثال — وأكثر — ما كان يرسل بواسطة السلك القديم من نفس الحجم .

وقبل اكتشاف سبائك برما كان أقصى حد للمواصلات التليفونية يقرب من ألف ميل ، ولكن بفضل هـــذه السبائك وخاصة فى تقوية الصوت أصبحت المواصلات التليفونية بين القارات ممكنة .

واشتدت الحاجة إلى استخدام جهاز تقوية الصوت وتوضيحه لتقوية التيارات الصوتية الضعيفة الخافتة بدون تشويهها حتى يمكن أن تسمع الرسالة التى تحملها هذه التيارات بوضوح بعد انتقالها عدة آلاف من الأميال . ولقد اخترع جهاز تقوية الصوت نتيجة لبحوث منظمة قوية فى خواص الحديد والإلكترونات ، قام بها رجال مدربون أحسن تدريب ومزودون بخير ما يمكن من العدد . واستخدم فى أول الأمر على نطاق واسع فى الرسائل التليفونية البعيدة المدى . وكان الأساس الذى بنى عليه مكبر الصوت الحديث الذى استخدم فى بادئ الأمر لتكبير صوت الخطباء فى المحافل الكبيرة والذى سبق المذياع والأفلام الناطقة .

ويقول جيوت فى وصف أثر هذا التقدم: « كانت هناك فى يوم ما صناعة عظيمة قوية ناجحة ، ثم لعدم إدخال تحسينات عليها أصبحت مهددة بالانحلال والفناء ، ولكنها استردت الحياة ونشطت أعمالها وأضحت فى يسر من بعد عسر ، وكانت هناك منظمات تبدو راسية كالطود ، ولكن الأرض اهتزت من تحتها وزلزلت أركانها ، فاضطرت لتجديد كل ما فيها حتى نظرتها إلى المستقبل . وكانت هناك حرف تجاهد من أجل الحصول على القوت الضرورى ارتفعت فجأة إلى ذروة الغنى . وكانت هناك حرف تعلمها الإنسان بعد جهد جهيد استغرق عدة سنوات أصبحت غير مطلوبة . ونشأت مهن أخرى جديدة . . كل هذا وأكثر منه نتيجة مباشرة لرغبة الإنسان فى الانتفاع بالنتائج التى حصل عليها العلماء من البحوث العلمية التى تهدف إلى تحسين نظام التليفونات عند أمة من الأمم .

٧٥

الدوافع الخارجية للبحث العلمى

سلامة الأمة

أنشأت الحكومة البريطانية عام ١٩١٥ لجنة كانت اللبنة الأولى فى بناء مصلحة البحوث العلمية والصناعية الحالية . وتصف مقدمة أول تقرير لتلك اللجنة الظروف التى نشأت فيها . ويقول واضعو التقرير إن بعض الحوادث التى سبقت إنشاء اللجنة تستحق التسجيل ، إذ ظهر الآن أن لها أهمية لم تكن معروفة فى وقتها .

ولقد أنشئ المعهد الإمبراطورى عام ١٨٨٧ ، وكان الغرض منه تشجيع الحرف والصناعات فى الإمبراطورية البريطانية ، وذلك بتزويدها بالمعلومات الصحيحة عما تنتجه أجزاء الإمبراطورية المختلفة من المواد الخام والمصنوعات . « وتطلب هذا النوع من المعرفة القيام باختبارات علمية دقيقة مما كشف عن الحاجة إلى البحوث التى تبين ما غمض من خواص المنتجات لينتفع بها كل من المنتج والمستهلك على حد سواء » .

ولقد اتسعت هذه الحركة بإنشاء المعمل الأهلى للطبيعة عام ١٩٠٢ ، وكان ذلك نتيجة لبحوث لجنة الجمعية البريطانية فى المعايير . وكانت هذه اللجنة قد تكونت لمساعدة الصناعات الحديثة التى ظهرت فى النصف الأخير من القرن التاسع عشر بإمدادها بطرق دقيقة لقياس المواد المنتجة ومعايرتها . وقبل ذلك لم يكن من الممكن صناعة أشياء على نمط واحد تماماً ، وهو ما لا بد منه للإنتاج الإجمالى .

وعند ما افتتح المعمل الملك جورج الخامس وكان وقتئذ ولى العهد قال : « إنه

يعرف أن هذا أول معهد للبحوث تنشئه الحكومة البريطانية ، وهو يهدف إلى جعل العلم على صلة عملية بحياتنا التجارية والصناعية اليومية ، وتحطيم ما بين العلم النظرى والعملى من حواجز لإيجاد رابطة بين العلم والتجارة » .

وسارت هذه الحركة بخطوات بطيئة حتى عام ١٩١٤ عند ما اشتدت الحاجة فجأة إلى زيادة سرعتها ؛ إذ منع نشوب الحرب استيراد بعض المنتجات الصناعية من ألمانيا، وكانت لازمة للأسلحة والصناعة الحديثة . وكانت الصناعة البريطانية فى ذلك الحين تعجز حتى عن صنع أربعة وعشرين نوعاً من مائة نوع من الزجاج البصرى المستعمل فى أجهزة ضبط المسافات والمنظارات الحربية وغيرها من الأدوات التى كانت حتى ذلك الحين تستورد من ألمانيا . ولم يكن فى وسعها أن تمد مصانع المنسوجات بعشرة فى المائة مما تحتاج إليه من الأصباغ . كما لم تستطع إنتاج ما يحل محل الواردات الألمانية من العقاقير وغيرها . بل والزنك المنصهر فى ألمانيا من المعادن الخام المستخرجة من مناجم بعض أجزاء الإمبراطورية البريطانية .

واتضح أن حركة التعاون بين العلم والصناعة كانت سائرة ببطء وفى حاجة إلى ما يزيد سرعتها . « كانت الحاجة ظاهرة إلى آلات أخرى ومزيد من مساعدة الحكومة ولكن كانت تعوزها هزة الحرب العظمى حتى تشتد تلك الحاجة » .

ولقد قامت الحكومة بإنشاء نظم التعليم لما أدركت ضرورة تنظيم قوى الشعب العقلية لفائدة الشعب إبان أوقات السلم العادية ثم إنها كانت تعلم من قرون عديدة ضرورة سيطرتها على الأسلحة الحربية . ولكنها لم تتفهم تماماً ضرورة وحدة المعرفة التى تقوم عليها جهود الأمة الحربية والصناعية حتى كشفت عنها الحرب الحالية فى نواح كثيرة وأثبتتها لكل العالم . وظلت الحرب فناً كما كانت من قبل ، ولكن أسلحتها التى كانت من قبل من صنع مهرة الصناع أصبحت من صنع العلماء ، وتحتاج إلى تدريب علمى لحسن استعمالها . وينطبق هذا تماماً على معدات الصناعة ، فالعقول بل والعمليات الصناعية التى لابد منها اليوم لصنع العتاد الحربى كانت لازمة بالأمس وستلزم غداً مرة أخرى لفنون السلم .

وكان جلياً أن الأمة ستخسر الحرب إن لم تنشئ الصناعات العلمية اللازمة ، ثم إنها ستفشل فى فترة التعمير التى ستعقب الحرب ، وهى لاتقل قسوة عن أيام الحرب ، إن لم تكتشف عمليات صناعية جديدة .

وفى هذه الظروف أرسلت الجمعية الملكية وغيرها من الجمعيات العلمية وفداً إلى رؤساء مجالس التعليم والصناعات لطلب إعانة للبحوث العلمية . ولما أجيبت هذه الجمعيات إلى طلبها تكونت اللجنة التى نشأت عنها مصلحة البحوث العلمية والصناعية للبحث عن أمثل الطرق لإدارة تلك البحوث .

وأخذت اللجنة تعمل لمعرفة الطريقة التى تمكن بها رجال الصناعة من الانتفاع بالبحوث ، وأخطرها مدير إحدى الشركات الكبيرة أنه لايهتم بالبحوث التى لاتظهر لها نتيجة فى مدى سنة واحدة ، وأنه يريد خادماً قريباً منه يعاونه على التغلب على الصعاب التى تعترض طريقه من وقت لآخر ، ولا يريد شريكة لها آراؤها الخاصة. وكانت الصناعات الكيميائية منقسمة على نفسها حتى إنه لم يكن للجمعيات الكيميائية من النفوذ والموارد ما يمكنها من إجراء البحوث الكثيرة القيمة التى تفيدها . وكانت صناعة المنسوجات أقل تقدماً ، ولم تعن بالمورد الذى تأتى منه الأصباغ والآلات مادامت أرباحها لابأس بها .

ولقد جمعت البحوث فى سجل ، وباستعراضها تبين أن بحوث أربعين فرداً فقط هى التى تستحق الرعاية .

وأثبتت منظمة البحوث للصناعة الهندسية أنها أرقى المنظمات . ولكن طالما كانت الصناعة ناجحة فإنها تميل إلى عدم الاهتمام بالبحوث العلمية المنظمة وخاصة إذا كانت الشركات التى تضمها صغيرة أو كان لرأس مالها قيمة فى المضاربات فى بورصة الأوراق المالية .

وبدأت الشركات البريطانية تدرك أن أخطر منافسيها لم يكن فى الشركات البريطانية الأخرى ، وإنما فى الشركات الأجنبية التى تشد أزرها الضرائب الجمركية .

وكانت لاتطمئن إلى التعاون مع غيرها لطول عهدها بالانفراد بالعمـــل . وكانت لاتدرى أن التعاون لايسلب الجهود الفردية وإنما يزيد من قوه الفردعلى الابتكار .

ومنها عجزها عن التعاون من الاشتغال بالبحوث ، لأن كثيراً منهـا عرف بالتجربة ألا فائدة من البحوث الصغيرة التى تقوم بها الشركات الفردية .

واقتضى إنشاء نظام مقبول للبحوث الصناعية فى إنجلترا استخدام مافى الأمة من كفايات علمية استخداماً أفضل من ذى قبل . وكانت إنجلترا قد أنجبت نخبة طيبة من جهابذة العلم ، ولـكنها لم تستفد أكبر فائدة من مقدرة ذوى الـكفايات المتوسطة ، ولا يمكن كسب الحرب الذهنية بفرقة من كبار العلماء فقط . « ويستحيل إعداد معامل البحوث المزمع إنشاؤها من غير علمـاء من مختلف الـكفايات، كما يستحيل الدخول فى حرب أوربية بسبع فرق » .

وأصبحت الجامعات تسـاهم فى تقدم العلم أكثر مما كانت عام ١٨٦٨ ، أيام أن كان ت. هـ. هكسلى يشكو من أن العلماء لايؤلفون إلا عشر مايقرؤه النـاس من الـكتب العلمية ، ولـكن كان فى وسعها أن تقوم بأعمال أكثر بكثير مما تقوم به لمـا لديها من المعامل الـكاملة والإعانات التى تمنح للبحوث ولتعليم عدد أكبر من طلاب العلم .

ويقول كاتب التقرير: « ليس فى تاريخنا مايدل على أنه كان لدى الأمة من الوقت فى أغلب الأحايين مايسمح لها بالتفـكير . والآن — وقد يكون من المتناقضـات المدهشة — بينما شباب الأمة وأبناؤها الأقوياء يحاربون من أجل حريتها وحياتها، كان لدى غيرهم من رجال الأمة فرصة لابتكار خير السبل التى يمكن بها الانتفـاع بالحرية والحياة إذا ماخرجنا سالمين مرة أخرى » .

ولا بد أن يؤدى تقدم البحوث والانتفاع بها فى الصناعة إلى توثيق الصلات بين الصناعات المختلفة ، فتتحول الحرف الصغيرة إلى صناعات تقوم على العلم وتشتد الحاجة إلى التعاون لا بين الشركات المختلفة للصناعة الواحدة فحسب ، بل كذلك بين

الشركات الكثيرة للصناعات المختلفة ، ويظهر أثر ذلك فى اتحاد الشركات الصناعية . ولكنا نعتقد أنه إذا فهمت طبيعة تلك الأمور على حقيقتها تماما فإنه يصبح من الممكن تنظيمها لا لخير الصناعات ، فحسب بل ولخير الأمة جميعاً بوجه عام .

ولم يمض وقت طويل على إنشاء مصلحة البحوث العلمية والصناعية فى إنجلترا ، ووضع الخطط لإنشاء مصالح مماثلة لها فى استراليا وكندا وغيرهما حتى أنشأت الأكاديمية الأهلية للعلوم فى الولايات المتحدة، المجلس الأهلى للبحوث بوحى فى الغالب من جورج والرى هيل . والأكاديمية الأهلية نفسها من إنشاء لنكلن عام ١٨٦٣ إبان الحرب الأهلية . وكان عليها أن تفحص وتختبر وتبحث أى موضوع علمى أو فنى تكلفها به إحدى مصالح الحكومة وتكتب عنه تقريراً . وكانت عوناً كبيراً للحكومة فى أثناء الحرب الأهلية بدراستها للمشكلات الحربية والصناعية . ولما اشتبكت الولايات المتحدة فى الحرب الأهلية الأوربية (١٩١٤ — ١٩١٨) قدمت خدماتها مرة أخرى للحكومة عام ١٩١٦ . إذ أنشئ مجلس أهلى للبحوث فى الولايات المتحدة، ولكن على أسس تخالف أسس مصلحة البحوث العلمية والصناعية فى إنجلترا ، إذ لم يكن مصلحة حكومية وإنما هيئة مستقلة مكونة من اتحاد يجمع بين مندوبين عن الحكومة والجامعات والمؤسسات الصناعية الخاصة ومعاهد البحوث الصناعية . وسرعان ما أخذ فى تنظيم البحوث للأغراض الحربية والصناعية .

وكان المجلس الأعلى للبحوث يعترض بشدة على الإشراف المركزى على البحوث ولكنه كان يميل إلى التنظيم التعاونى . ويقول هيل فى أول عدد من تقرير المجلس كما ذكر فى المقدمة : « إن التنظيم التعاونى لا يعوق الابتكار بل يساعد عليه » .

وتوضح نشأة المجلس البريطانى للبحوث الطبية العوامل التى خلقت منظمات البحوث الطبية . ولقد أسس هذا المجلس عام ١٩١٤ لما أصبح للتأمين الصحى الأهلى مصلحة حكومية ؛ فقد نص قانون التأمين الأهلى الصادر عام ١٩١١ على أن تدفع الحكومة بنساً واحداً عن كل شخص مؤمن فى المملكة المتحدة إعانة منها على

القيام بالبحوث. وألفت لجنة عام ١٩١٣ لتشرف على الأموال التى تنفق على البحوث التى تزيد الناس معرفة بالعلوم الطبية وتهدف إلى حفظ الصحة والوقاية من المرض ومحاربته. وفى يوليو عام ١٩١٤ عين و. م فلتشر العالم فى الكيمياء الحيوية سكرتيراً لهذه اللجنة. وبلغ مقدار ماتجمع لدى اللجنة من الأموال فى ذلك الوقت ٥٥٠٠٠ من الجنيهات. وأسست معهداً أهليـــاً للبحوث الطبية فى مونت فرنون بمقاطعة هامبستد. وعين هـ. هـ. ديل رئيساً لقسم الكيمياء الحيوية والصيدلة، ثم بعد ذلك أصبح مديراً للمعهد، وفى عام ١٩٣٦ حصل على جائزة نوبل لبحوثه فى السريان الكيميائى للمؤثرات العصبية.

ولقد أدت الحرب إلى زيادة نشاط مجلس البحوث الطبية كثيراً، فذكر فى تقريره الخامس لعام ١٩١٨ — ١٩١٩ «أن الظروف الخاصة بالحرب أدت إلى تقدم كبير فى كثير من فروع العلوم الطبية. ولم يكن هذا عوناً مباشراً على السير فى الحرب فحسب، بل وعلى الحصول على إضافات كثيرة تعتبر كسباً خالداً للعلم». وعرف الكثير عن بعض الأمراض وبخاصة صدمة الجرح، والتعويض عن الدم المفقود، والجهاز التنفسى، نتيجة لعلاج المرضى المصابين بالغازات السامة، وعلاج تسمم الجروح وتسمم الدم. «وإذا ما أريد لهذا التقدم الاستمرار والزيادة فى زمن السلم فلا بد من معرفة الظروف والعوامل التى أدت إلى كل تلك الإضافات الهامة الكثيرة إلى العلوم الطبية فى مثل ذلك الوقت العصيب».

ولقد كانت العوامل الرئيسية لذلك ثلاثة وهى: وجود العلماء الأكفاء، ووجود المشكلات التى تقتضى حلا سريعاً، وسنوح الفرص للبحث على نطاق واسع. «وقد يكون لأول مرة فى تاريخ الحرب أو السلم أن يلقى الرجال الصالحون للعمل تعضيداً قوياً من عامة الشعب».

ولقد كان للخوف من أخطار الحرب أثر ملحوظ فى إنشاء مجالس البحوث الصناعية والعلمية فى بريطانيا والولايات المتحدة. وكان الخوف من الانهزام فى الحرب كافياً لأن يدفع العلماء والشركات إلى التعاون على البحوث، وأن تنفق عليها

الحكومة أكثر من ذى قبل . ومن الجلى أيضا أنه فى تلك الأوقات كثيراً ماتتبين حقيقة الدوافع والسلوك فى مطبوعات رسمية بصراحة غير معهودة .

ومع ذلك فإن المجلس البريطانى للبحوث الطبية نشأ نتيجة لتشريع المصلحين الاجتماعيين الذين سنوا القوانين الأهلية للتأمين الصحى ، ولكنه مدين أيضاً فى تقدمه إلى حرب ١٩١٤ — ١٩١٨ . ولذلك فالطب تقدم ، كما تحسنت الخدمة فى المستشفيات وتقدمت الجراحة فى أثناء حملات الجيش الرومانى . ولقد أدى ضعف صحة المجندين للجيش وقلة الأطعمة فى إنجلترا كما فى غيرها إلى البحث فى مسألة التغذية والتعب الناشىء عن العمل فى المصانع وسيكولوجية العامل حتى يمكن زيادة إنتاج الذخائر الحربية إلى أقصى حد . ويقول لويد جورج فى مقدمة كتاب عن العمل للصالح العام : « إنه لمن سخرية القدر أن يكون فى صنع أسلحة الحرب والدمار فرصة لإنهاض الصناعة لخير الإنسانية وفى ذلك العزاء الكافى » .

٧٦

تمويل البحوث

وأعظم مايسترعى النظر فى هذا الموضوع أن ليس هناك معلومات دقيقة ، فلا نعرف بالضبط مقدار ماينفق على البحوث العلمية فى بريطانيا ، ولم تبدأ الهيئات المختصة فى إحصاء الأموال التى تتكلفها البحوث العلمية إلا فى هذه الأيام فقط .

ويمكن عمل تقدير تقريبى لنفقات البحوث فى السنين التى سبقت حرب ١٩٣٩ مباشرة . ولقد كان مجموع دخل الجامعات البريطانية يقرب من سبعة ملايين من الجنيهات سنوياً . وكان يخصص جزء منه للتعليم والبحوث العلمية . وحتى إذا عرفت المبالغ بالضبط فإنه يتعذر معرفة ما كان يخص كلا من التعليم والبحوث على حدة إذ أن أساتذة العلوم فى المعامل والجامعات يقومون عادة بهما معاً . ومع أنه لا يمكن تقدير المبالغ التى كانت تخصصها الجامعات للبحوث العلمية تقديراً دقيقاً، إلا أنه يمكن القول بأن المبالغ التى كانت تخصصها لرواتب العلماء وقت اشتغالهم بالبحث العلمى ولصيانة معاملهم لاتزيد على عشر الدخل الكلى لتلك الجامعات . وعلى ذلك فلم تكن الجامعات البريطانية تصرف على البحث العلمى أكثر من ٧٠٠,٠٠٠ جنيه فى السنة .

وفى عام ١٩٣٧ — ١٩٣٨ أنفقت مصلحة البحوث العلمية والصناعية فى بريطانيا مبلغاً ضخماً قدره ٨٧٢١٢٧ جنيهاً . وكانت تنفق على معمل الطبيعة الأهلى وبه ستمائة موظف، ومعمل الكيميا الأهلى، والمتحف الجيولوجى، ومعامل البحث فى مسائل الوقود والطعام والبناء والطرق ومنتجات الغابات . وتبرعت بمبلغ ١٠٧٤٥١ جنيها لجمعيات البحوث التى أنشأتها الشركات فى اثنتين وعشرين

صناعة . ودخلها ٢٣٤٩٢٧ جنيهاً رسوماً للبحث والاستشارة وإجراء الاختبارات و ٨١٩٢٣ جنيهاً من مصالح حكومية أخرى مقابل خدمات أدتها لها . وكان معظم هذه المبالغ علاوة على مبلغ ٦٩٨٢٢ جنيها دفعته شركات خاصة من أفراد معمل الطبيعة الأهلى . ولقد كانت التكاليف الكلية لإدارة المعمل ٢٥٢٢٠٩ جنيها بينما كان دخله ١٤١٣٠٢ جنيها وبذلك يكون صافى مايتكلفه ١١٠٩٠٧ جنيها .

وسيتبين إذن أن صافى نفقات مصلحة البحوث العلمية والصناعية كان يقرب من ٧٣٦٢٠٠ من الجنيهات . وكان فى السنة التى قبلها ٥٨٣٢٣٠ جنيها ، وبذلك كانت الزيادة تقرب من عشرة فى المائة فى السنة .

وأضيف إلى مبلغ الـ ١٠٧٤٥١ جنيها الذى تبرعت به مصلحة البحوث العلمية والصناعية إلى جمعيات البحوث ،مبلغ ٢٣٢٤٦٨ جنيها تبرعت بها الشركات المتحدة . ولما أنشئت مصلحة البحوث عام ١٩١٥ منحت مليونا من الجنيهات لإنشاء بحوث صناعية تعاونية وكان يظن بعد إنفاق هذا المبلغ أن الصناعات المختلفة ستنتفع بفائدة البحوث وتكون مستعدة فى المستقبل للقيام بكل النفقات التى تقتضيها البحوث لمنفعتها . ولقد نفذ هذا المبلغ عام ١٩٣٢ — ١٩٣٣ ولكن كانت البحوث الصناعية التعاونية لاتزال غير قادرة على القيام بالإنفاق على نفسها . واتضح أنه إذا كفت الحكومة عن الإنفاق على البحوث فإن كثيراً من الجمعيات المشتغلة بها تتلاشى وتقفل معاملها ، وتفتر جهود غيرها . ولذلك جددت الحكومة إعانتها للجمعيات وزادتها من ٦٨٢٧٢ جنيها عام ١٩٣٢ - ١٩٣٣ إلى ١٠٧٤٥١ جنيها عام ١٩٣٧-١٩٣٨ .

وكانت الحكومة تدفع إعانات لمنظمات البحوث بنسبة مئوية معينة من المبالغ التى تساهم بها الشركات . ومن الجلى أن هذه الطريقة ربطت الإنفاق على البحوث بالرخاء الصناعى ، لأنه إذا زادت أرباح الشركات فإنها تميل إلى زيادة ماترصده للبحث ، وإذا نقصت أرباحها فإنها تنقص ماترصده ، وتنقص إعانة الحكومة

تبعاً لذلك ، وبهذه الكيفية يقل الإنفاق سواء أكان من الحكومة أم من الشركات فى أيام الكساد والركود .

ومنحت مصلحة البحوث أيضـــاً ٢٦٣٩١ جنيها لطلبة البحث لتساعدهم على مواصلة عملهم ولشراء مايلزمهم من الأجهزة .

وكان لدى مجلس البحوث الزراعية التابع للحكومة البرطانية عام ١٩٣٧-١٩٣٨ مبلغ ١١١٩٢٢ جنيها ، منـه مبلغ ٣٨٦٤٠ جنيها من العـام الذى قبله . وكانت ماليته ٢٥٥٢٥ جنيها عام ١٩٣٥ - ١٩٣٦ ، وكان بيدى الرأى فيما تنفقه مصالح الزراعة على البحوث والاستشارات . ولذلك كان مجموع مالديه ٢٨٨٦٤٦ جنيها عام ١٩٣٦ -١٩٣٧ للإنفاق منها على البحوث والاستشارات .

ومنح مجلس البحوث الطبية ١٩٥٠٠٠ من الجنيهات عام ١٩٣٦ - ١٩٣٧ لتشجيع البحوث . وكان ذلك يزيد ٣٠٠٠٠ من الجنيهات على ماكان فى العام السابق . وكان هذا المبلغ يشمل ٥٥٠٠٠ جنيه تعطى منحاً لعلماء البحوث .

وعلى ذلك كانت ميزانية مجالس البحوث الثلاثة تقرب من المليون من الجنيهات سنوياً . وزيادة على ذلك أنفقت الحكومة عن طريق المصالح الأخرى كوزارتى الصحة والزراعة مايقرب من المليون من الجنيهات على البحوث والاستشارات العلمية المختلفة ، هذا إلى أن الحكومة ربما أنفقت فى أيام السلم مايقرب من المليون من الجنيهات سنوياً على البحوث العلمية الخاصة بالمسائل الحربية . وعلى ذلك فإن مجموع ما أنفقته الحكومة البريطانية أيام السلم على البحوث العلمية المختلفة يقرب من ثلاثة ملايين من الجنيهات سنوياً .

ولا يعرف تماماً مجموع ما أنفقته الشركات البريطانية على البحوث الخاصة . ومن المحتمل أنها كانت تنفق خمسة ملايين من الجنيهات سنويا ، ولكن كان يخصص جزء كبير من هـذا المبلغ لحل المسائل التى تواجهها الصناعة وتصريف المنتجات

ويمكن القول بأن مليونين من الجنيهات كانا يكفيان سنوياً لسد جميع نفقات أوجه النشاط التى كانت تشمل حتما القيام ببعض البحوث .

ومن المحتمل أن مجموع ماتنفقه الحكومة والشركات والجامعات على البحوث العلمية كان لا يزيد على ٥٫٧٠٠٫٠٠٠ من الجنيهات سنوياً مع التساهل فى التقدير ، ولا يزيد على ٨٫٧٠٠٫٠٠٠ من الجنيهات إذا أضفنا نفقات البحوث الروتينية وأعمال التحسينات .

ويقول البنك الأهلى الأول فى بوسطن إن الولايات المتحدة كانت تنفق سنويا أربعين مليوناً من الجنيهات على البحوث المختلفة لاستحداث منتجات وعمليات جديدة . ويشمل هذا المبلغ نفقات تهيئة المخترعات للسوق ، وفى كثير من الأحايين نفقات العمال الذين يكلفون بكتابة تقارير عن المنتجات لإدخال تحسينات عليها . وتقول بعض الهيئات الأخرى إن مجموع ما كانت تنفقه الصناعة والجامعات والحكومة على البحوث العلمية فى الولايات المتحدة يبلغ سبعة وأربعين مليوناً من الجنيهات .

ولما كان مجموع الدخل القومى البريطانى يبلغ خمسة آلاف مليون من الجنيهات فإن الشعب البريطانى كان لا ينفق على البحث العلمى أكثر من واحـــد أو اثنين فى الألف من ذلك الدخل ، أما الشعب الأمريكى فكان يصرف من اثنين إلى خمسة فى الألف من دخله على تلك البحوث . وبذلك يكون معدل الإنفاق على البحوث العلمية فى الولايات المتحدة ضعف ماهو عليه فى بريطانيا ، ومجموع المبالغ التى تنفقها الولايات المتحدة فى هذا السبيل تتراوح بين خمسة أضعاف إلى عشرة أضعاف ماتنفقه بريطانيا .

والواقع أن هذه الأرقام أقل بكثير مما يليق ببريطانيا ، إذ أن معاملها الكبرى مراكز البحوث للإمبراطورية البريطانية فبالرغم من أنه توجد بالمستعمرات المستقلة والهند منظمات للبحوث إلا أنها ليست كبيرة للغاية ، هذا إلى أن العلماء الممتازين الذين

يولدون فى أجزاء أخرى من الإمبراطورية يميلون إلى الإقامة فى بريطانيا كرذرفورد المولود فى نيوزيلند .

ومن المؤكد أن الإمبراطورية البريطانية لم تنفق ضعف ما كانت تنفه بريطانيا وحدها ، ومع ذلك كان عليها أن تزود خمسمائة مليون من الأنفس بالمعلومات الجديدة التى هى أساس التقدم .

وبعبارة أخرى من المحتمل أن الإمبرطورية البريطانية تنفق خمسة ملايين من الجنيهات سنوياً على البحوث لفائدة خمسمائه مليون من الأنفس ، بينما تنفق أمريكا أربعين مليوناً سنوياً على البحوث لخير مائة وخمسين مليوناً . ومن هذه المقارنة يتضح أن الأمريكيين ينفقون على البحوث قدر ماينفقه الإنجليز اثنتى عشرة مرة تقريباً لخير كل شخص تحت سلطانهم .

ولقد كانت الحال فى فرنسا أسوأ مما فى بريطانيا . فلم يكن هناك قبل عام ١٩٣٣ أى مصلحة للبحوث العلمية . وكان إنفاق الشركات الفرنسية على البحوث الصناعية ضئيلا للغاية ، كما كان إنتاج البحوث فى الجامعات الفرنسية هزيلا فى الفترة التى أعقبت حرب ١٩١٤ — ١٩١٨ . ويعزى ذلك إلى عدة أسباب ، فقد قتل عدد كبير جداً من شباب فرنسا ، إذ قتل فى الحرب ثمانون فى المائة من طلبة مدرسة المعلمين العليا ؛ وتسعون فى المائة من طلبة مدرسة الفنون والصناعات ، وكان هؤلاء من زهرة شباب فرنسا . ولما انتهت الحرب كان هناك علماء قليلون من الشبان ليخلفوا العلماء القدامى الذين تحددت ميولهم العلمية قبل تطور نظرية الكم ونظرية النسبية ولذلك كانوا لايعنون إلا بالطبيعة الكلاسيكية . وكان هناك قليل من رجال الجيل المتوسط ليحافظوا على الصلة بين الشبان والشيوخ . ولذلك ساءت الحال ، وطعن كثير من العلماء القدامى فى العلوم الحديثة ، وأخذوا يثبطون الهمم عن النهوض بها . وكان من المظاهر السيئة فى فرنسا تركيز الكفايات فى العاصمة . وكان العلماء لاينظرون إلى الجامعات فى الأقاليم إلا بوصفها الطريق الذى يوصلهم إلى باريس .

ولقد كان الشعب الفرنسى يجهل آثار التقدم الذى أحرزه العلم بعدعام ١٩١٨ إذ كان قوياً سياسياً ومالياً، ويستطيع الحصول على مايحتاج إليه دون بذل مجهودات علمية شديدة ، ولم يهتم رجال الأعمال فيه بالبحوث العلمية لأنهم كانوا فى يسر عظيم ولا يصعب عليهم شراء حقوق الانتفاع بأى اختراع قيم عمل فى الخارج .

ولكن لم يدم ذلك طويلا ، إذ استولى القلق على الأذكياء من الفرنسيين لما رأوا ماوصلت إليه العلوم من تقدم عظيم فى الجمهورية الألمانيــــة ، وما صحبه من استحداث عمليات جديدة وقيام الصناعة على علم . ولذلك أنشأ وزير المعارف عام ١٩٣٣ مجلسا للبحوث العلمية لأن البحث النزيه فى العلوم البحتة سبب كل تقدم فى كفاية الإنسان علاوة على ماله من أهمية علمية فى الكشف عن القادرين على القيام بالبحوث العلمية، وأنه يبعث على التطلع إلى المثل العليا ويجلب الاحترام، وتكون رأس مال أهلى للإنفاق منه على البحوث عام ١٩٣٥ . ولما انتخبت حكومة الجبهة الشعبية أنشئت منظمة حكومية للعلم ، وقوى مركزها بتعيين مدام كورى لشئون البحث العلمى بدرجة وكيل وزارة . وكان هذا أول مرة يدخل فيها أحد العلماء مجالس الشعب الفرنسى . وخلفها برين عالم الطبيعة العظيم .

وسرعان ماتغيرت ظروف البحث العلمى وجوه . وكان برين ولانجفين والعلماء الشبان من المدرسة الجديدة يعتقدون أن العناية بالبحوث البحتة لازمة من أجل رفعة قدر الإنسان ، إذ أن العلم هو الوسيلة الوحيدة لتحرير الإنسان من القيود التى تفرضها الطبيعة . وأفصحوا عن التقاليد الفرنسية فى الحرية الذهنية والثقافية . وتظهر هذه الروح فى الفرق بين البحوث العلمية الفرنســـية ومصلحة البحوث البريطانية ، إذ كان الفرنسيون يصرون على ألا يعتزل البحث رؤساء مصالحهم ، وكانوا يعينون لمدة خمس سنين فقط ثم يعودون بعدها إلى المعمل . واحتفظ برين بأستاذيته الأكاديمية وهو وزير ، وكانت المراكز العلمية أفضل من أى مركز فى الحكومة .

أما فى بريطانيا فللوظائف الحكومية مكانة أسمى من ذلك ، فكان يسر معظم العلماء اعتزال البحث نهائياً مقابل وظيفة حكومية كبيرة .

ولقد بلغت نفقات مصلحة البحوث الفرنسية ١٦٠٫٠٠٠ من الجنيهات عام ١٩٣٥ — ١٩٣٦ بينما كانت نفقات مصلحة البحوث العلمية والصناعية البريطانية ٥٧٢٫٠٠٠ من الجنيهات . وارتفعت إلى ٢٤٠٫٠٠٠ جنيه عام ١٩٣٨ وليس لدى الفرنسيين معمل أهلى للطبيعة ويسرهم أن يكون لهم معمل (كتب هذا عام ١٩٣٩).

وكان لنظام منح الإعانات للمشتغلين بالبحوث أهمية كبرى فى إحياء العلوم فى فرنسا ، فكان الطالب الممتاز يمنح مائة جنيه سنوياً مساعدة له على البحث ، وإذا أثبت مقدرة على البحث يعين باحثاً براتب سنوى قدره ٢٠٠ جنية ، وبعد أن ينشر بحثا وافق عليه العلماء يرقى إلى وظيفة أستاذ مساعد ، وإذا أظهر كفاية ممتازة يصبح مديراً للبحوث بدرجة أستاذ وكان أعلى راتب يتقاضاه أستاذ فى باريس يقرب من ٦٠٠ جنيه سنويا . ولما كانت نفقات المعيشة فى فرنسا أقل منها فى إنجلترا فإن هذا المبلغ لايقارن بما يدفع هناك .

وبهذه الطريقة كانت تمنح إعانات لما يقرب من ٣٥٠ باحثا عام ١٩٣٦ . وكان جوليوت من بين المنتفعين بهذه الإعانات عند ما كان يقوم بالبحوث التى أدت إلى اكتشاف النشاط الإشعاعى الصناعى .

ثم إن مصلحة البحوث منحته مبالغ كبيرة للإنفاق منها على معمله الجديد فى كلية فرنسا للكيمياء النووية ، وهو يحتوى على ثمانى طبقات وسيكلترون قطره اثنتان وثلاثون بوصة ، وأجهزة نفيسة وورشة ، وكانت حجرات ولسن الخاصة التى استعملها جوليوت فى بحوثه فى تحطيم نوى ذرات الأورانيوم غاية فى الفخامة .

وأنشأت المصلحة أيضاً لجوليوت معملا للضغط العالى فى إفرى بالقرب من باريس وأنفقت عليه ٤٠٫٠٠٠ من الجنيهات ليكون مزوداً بمولد قوة ثلاثة ملايين فولت ، وجهاز فان دى جراف قوة خمسة ملايين فولت ، ومحول قوة مليون فولت .

وكان جوليوت يهدف إلى استخدام جميع طرق البحث فى آن واحد، ويرى أن تقدم البحوث يجب أن يبدأ باكتشاف العلماء الأكفاء وتشجيعهم بدلا من بناء المعاهد.

ولقد كانت الإعانات المالية عونا كبيراً لأتباع جوليوت على البحث، إذ كان يعمل معه عشرون زميلا فى كلية فرنسا وعشرة فى إفرى. ولولا هذه الإعانات ما استطاع كثير منهم مواصلة البحث. وكان يسره أن كان بينهم الإيطاليون والروسيون والبولنديون والنمساويون والفلسطينيون علاوة على الفرنسيين. وكان سعيداً بما يراه للعلم من أثر فى إزالة الفوارق القومية. وكان قد لاحظ أن العلماء من جميع الجنسيات حين يشتغلون معاً فى معامل البحوث يميلون إلى المحافظة على الاتصال بزملائهم عند ما يعودون إلى أوطانهم بينما تشجع دراسة الأدب على إثارة النعرة القومية.

ولقد بعثت البحوث الرائعة التى قام بها العلماء الفرنسيون الآمال الكبار، إلا أن تمويل البحوث لم يكن كافيا؛ إذ ربما كان ما ينفقه الفرنسيون على البحث أقل من نصف المبلغ الضئيل الذى ينفقه البريطانيون.

وتمويل البحوث العلمية فى بريطانيا وفرنسا وأمريكا غير منتظم. ولا يعرف أحد مقدار ما ينفق فعلا على البحوث. وعلى الذين يبتغون الحصول على إعانات مالية تساعدهم على السير فى عملهم أن يحصلوا عليها شيئا فشيئا من جهات متعددة. وإذا قام عالم بريطانى شاب ببحث جليل وعين أستاذاً فى سن مبكرة فإنه يجد أن الفرص لم تزدد دائما أمامه. وقد يخلف عالما مسنا فى معمله القديم غير المعد للبحوث الحديثة، فعليه فى هذه الحالة أن يحصل على المال اللازم لتحسين معمله. وإذا كان حسن الحظ بأن كان على صلة اجتماعية طيبة بالمصادر المالية فإنه يحصل على المال بسهولة. أما إذا ساءت ظروفه لعدم تقدير المصادر المالية للبحث، فحصوله على المال يصبح بطريقة الاستجداء الشديد. وأحيانا يصبح ضحية العادات الحديثة وينقلب من عالم محقق إلى عالم وصولى.

وقد يجمع الإعانات من مصادر مختلفة ليعين مساعديه على البحث فيحصل مثلا مائتى جنيه من شركة ما ، ومائة من شركة أخرى ، وخمسين من شركة ثالثة وهكذا . وهذا يستدعى حضور كثير من جلسات مجالس إدارة هذه الشركات .

وإذا كان قسمه كبيرا فقد لايستطيع العمل فى معمله فترات طويلة من السنة ؛ إذ سيخصص معظم وقته لحضور اجتماعات مجلس الجامعة وكتابة الشهادات وغير ذلك . ولن يستطيع أن يعمل أكثر من الإشراف على المساعدين القائمين بالبحوث.

ويضيع خيرة العلماء فى بريطانيا جهودهم فى جمع المال اللازم للبحث وفى إدارة أقسامهم . وفى أمريكا يتودد بعض مديرى معاهد البحوث لمحامى المرضى من أصحاب الملايين آملين الحصول على منح جديدة للبحث . ولو كان هناك نظام لتمويل البحوث لامتنع كل هذا . ويجب توحيد المصادر التى تستمد منها البحوث ماليتها حتى لايضطر العلماء إلى الالتجاء إلى كثير من الجهات .

ولهذه الحالة سبب واضح . فالبحوث العلمية نشأت على يد بعض الأفراد استجابة لبيئتهم . ولم ير هؤلاء مايدعو إلى ذكر ماينفقونه ولكونهم أفرادا يعملون لحسابهم لم يطلب إليهم أحد أن ينشروا بيانا عنها .

واستمر هذا التقليد ساريا لما قامت الشركات الخاصة بإجراء البحوث العلمية . ونظراً لأن البحوث لم تنشأ فى بادىء الأمر نتيجة لتنظيم مبنى التفكير فإنها لم تسر تبعاً لخطة مرسومة ، وأخذت كثيرا من خصائص الشركات الخاصة التى نشأت فيها .

وكانت الحكومات والممالك مثل بريطانيا والولايات المتحدة تتتبع بنفوذها الفعال تقدم الأفراد فى الصناعة . وهذا ماتفعله الآن خاصا بتنظيم العلوم . ولقد أصبح تمويل البحوث فى بريطانيا الآن مسألة ضخمة لايمكن تركها للأفراد . ولقد كان التنظيم غير هام أيام أن كان لاينفق على العلم كثيراً ، أما وقد أصبحت البحوث الحديثة تتطلب أموالا كثيرة فلا تصح معالجتها كيفما اتفق .

وهناك حركة تهدف إلى تنظيم تمويل البحوث العلمية . وربما كانت خير طريقة لإعانة البحوث فى بريطانيا هى اعتماد مبالغ معينة تخصص لها . وتقدر جمعية علماء البحث أنها تحتاج إلى مبلغ يتراوح بين ثلاثين وأربعين مليونا من الجنيهات ، ويمكن الحصول على هذا المبلغ من الضرائب الجمركية التى تفرض لمساعدة الصناعات البريطانية فى الأسواق المحلية . والمبلغ الذى يمكن الحصول عليه بهذه الطريقة يعادل تقريبا ما تدفعه الحكومة من إعانات لصناعة السكر من البنجر (كتبت هذه الفقرة عام ١٩٣٩) .

ومثل هذا المبلغ يريح علماء البحوث المنتجين من ضياع الوقت فى طلب الإعانات ، وهم فى الغالب لا يصلحون لذلك . كما يهىء المعامل والأجهزة الكافية والرواتب اللائقة والمكافآت الدائمة للرجال ذوى الكفايات الحقيقية .

ولقد حدث فعلا شىء من هذا النوع بطريق المصادفة ، إذ أن فرض الضرائب على السيارات الواردة هيأ لصناع السيارات فى بريطانيا الفرصة لجمع أموال طائلة خصص جزء منها لإعانة البحوث الطبية والعلمية .

ولقد نشرت مصلحة البحوث الصناعية والعلمية فى بريطانيا تقديرات رائعة عن القيم الاقتصادية للبحوث العلمية . ومنها يتبين أن النفقات التى بلغت ٤٤٠٫٠٠٠ جنيه على البحوث فى صناعة القطن والكهرباء والطعام والأفران أدت إلى اقتصاد ٣٫٢٥٠٫٠٠٠ جنيه فى تلك الصناعات سنوياً . ويدهش الإنسان لماذا لا يسارع رجال الأعمال والحكومة إلى الإنفاق بسخاء على البحوث . ويرجع ذلك إلى أن الفوائد الضخمة لا ينتفع بها عدد قليل من الناس ، وأنها توزع بمقادير ضئيلة على أعضاء المجتمع كافة . ومع ذلك فهناك فوائد ، ويحق للحكومة أن تعتمد المبالغ اللازمة لتشجيع البحوث العلمية .

والإعانات التى تمنحها الحكومة للطلبة ضئيلة ، فنى عام ١٩٣٦ — ١٩٣٧ منحت مصلحة البحوث الصناعية والعلمية إعانات لواحد وثمانين طالبا لتمكنهم من مواصلة بحوثهم .

وتمنح الجمعية الملكية واللجنة الملكية لمعرض ١٨٥١ ومصلحة البحوث العلمية والصناعية ومجلس البحوث الطبية وجمعية لفرهلم وغيرها من الهيئات الاخرى كلها معا مكافأة مالية إلى ما يقرب من مائة عالم. ويبلغ مجموع هذه المكافآت مائة ألف جنيه، وهو مبلغ ضئيل إذا ماقورن بسخاء مؤسسة روكفلر التي تنفق سنويا مايقرب من المليونين من الجنيهات على البحوث العلمية العامة والبحوث الاجتماعية. وينفق نصف هذا المبلغ تقريبا على المشتغلين بالبحث خارج الولايات المتحدة.

وتسير مصلحة البحوث العلمية والصناعية على نظام غريب في منح المكافآت، فإذا كان الطالب يقوم بأبحاثه في جامعة أكسفورد أو كمبردج فإنه قد يمنح مكافأة تصل إلى ٢٥٠ جنيها سنوياً، أما إذا كان في جامعة في الأقاليم فإن المكافأة لاتتعدى ١٢٠ جنيها. وهذا يعوق الأساتذة والأقسام في الجامعات الإقليمية عن الحصول على خير طلبة البحوث لأن هؤلاء يفضلون الذهاب إلى أكسفورد وكمبردج حيث المكافآت أكبر.

ولا بد من الإنفاق بسخاء على البحوث العلمية من أجل سلامة الأمة فضلا عن تقدم الحضارة، وستجد أمة أفرادها خمسة وأربعون مليونا في جزيرة صغيرة صعوبة تتزايد شيئاً فشيئاً في منافسة أمم عدد أفرادها مائة مليون ويقيمون في بقاع غنية في القارة. فلا بد من التفوق في الفنون في مثل هذه الحالة. وفي هذا ما يبرر أبهظ النفقات وأدق التنظيمات.

٧٧

البحث العلمى المنظم

والبلد الوحيد الذى نظم فيه البحث على نطاق قوى هو روسيا السوفيتية التى أعيد تنظيم المجتمع فيها وفقا لمبادئ الفلسفة الماركسية(*) . ولقد كانت فكرة ماركس عن تطور التاريخ مأخوذة عن هيجل الذى كان يرى أن التاريخ يتطور طبقا لما سماه بالجدلية ، وفيها يبدأ التطور بظهور فكرة ما ، وفى الوقت نفسه تظهر فكرة مضادة لها . ويحسم النزاع بينهما بظهور فكرة جديدة تعمل بدورها على خلق فكرة مضادة لها وهكذا . وطريقة هيجل فى الجدل مشتقة من الطريقة الإغريقية التى كانت تهدف إلى الكشف عن الحقيقة ببسط الآراء ، والتدرج منها إلى الآراء الصحيحة عن طريق المعارضة . وكان هيجل يحاول أن يسمو بالطريقة العادية فى الجدل للوصول إلى الحقيقة وذلك باتباع طريقة الحوار على هدى المبادئ الفلسفية . وكان يرى أن التاريخ من عمل العقل الذى يبحث عن الحقيقة بتفكيره الدائم .

وأطلق هيجل على الفكرة الناشئة «المبحث» ، وعلى الفكرة المضادة لها «التناقض» ، وعلى الفكرة التى تحسم النزاع بينهما «التركيب الجديد» . ولقد وجد ماركس أن هذه المصطلحات مفيدة فى وصف تطور التاريخ الذى كان يعتبره تطورا لسلسلة من المنازعات الطبقية . وأطلق على إحدى الطبقات المبحث ، وعلى الطبقة التى تنازعها التناقض ، وعلى ما يحسم النزاع بينهما التركيب . وبناء على ذلك يسيطر على تطور التاريخ فى العصر الحديث طبقة الرأسماليين وهى ، كالمبحث ، والطبقة العاملة وهى كالتناقض ، والشيوعية وهى كالتركيب الجديد الذى تنتهى فيه المنازعات . ولكن فلسفة ماركس تختلف كلية عن فلسفة هيجل « إن طريقتى فى الجدل لا تختلف عن

(*) الواقع أن تنظيم البحث العلمى أصبح من مستلزمات الحياة الحديثة وليس خاصاً بدولة دون الأخرى . (المترجم)

طريقة هيجل فحسب ، بل إنها عكسها تماما . ويرى هيجل أن عمل العقل البشرى أى عمليه التفكير — وهى التى عالجها كموضوع مستقل — أساس العالم الحقيق ، وأن العالم الحقيق ما هو إلا المظهر الخارجى للتفكير . أما أنا فأرى عكس ذلك ، وما المثل الأعلى إلا العالم المادى كما تصوره عقل الإنسان وعبر عنه بشتى الأفكار » .

ولقد بنى ماركس فلسفته على خواص العـــالم المادى ، ومن ثم على التاريخ ، وكان العلم أحد الأسس الجوهرية التى تقوم عليها . وكان يرى أن نشوء المجتمع « عملية من عمليات التاريخ الطبيعى » . ويعتبر بحث داروين هاما لأنه يبحث فى بعض مدلولات التاريخ الطبيعى ، ثم يحلل ماهية تلك المدلولات بمساعدة نظرية التطور . وكان هو قد اتخذ مدلولات التاريخ الطبيعى ونظرية التطور أساس فلسفته قبل أن ينشر داروين بحثه ، ولم تكن هذه المميزات هى الوحيدة لفلسفة ماركس التى أثبتت صلاحيتها لمعالجة الآراء العلمية ، إذ يصلح مبدأ التضاد ووحدة الأضداد لوصف تلك الآراء الحديثة كالنظرية الموجبة واللازمة لتركيب المادة .

وفضلا عن ذلك فإنه كان ينسب تطور نظريته الاجتماعية إلى الدور الأساسى الذى لعبته العلوم والفنون . ومن رأيه أن الشيوعية ليست إلا حلما بسيادة البشر إن لم يتضاعف الإنتاج بواسطة الطرق العلمية . حتى يتهيأ للجميع الموارد المتساوية التى هى أساس المساواة الاجتماعية .

ولما تولى الحكم فى روسيا رجال يدينون بمبادىء ماركس أصبحت العلوم والفنون من ضروريات الحياة . ولقد كان هذا شيئا جديدا فى نظام الحكم ، لأنه لم يكن ينظر إلى العلم فى الممالك الأخرى على أنه ضرورى فى المنظمات الاجتماعية فمثلا لم يكن للعلوم فى جامعة أكسفورد إلا أهمية ضئيلة فى مناهج الدراسة التى تعطى لساسة المستقبل كان معظمهم يدرس كتب الأدب القديمة والحديثة التى تعلمهم الطرق التى كان رجال السياسة يستعملونها قديما . وكانوا يتعلمون كيف يجدون لهم مكانا بين ذوى السلطان ، وكيف يؤثرون فيهم . وكانوا يتقنون فن الجدل الذى يزودهم بالقوة فى اللجـــان ومجالس الوزراء وذلك من الخطابة فى المحافل العامة .

وكانوا يعتبرون العلم شيئا مفيداً ولكنه غير ضرورى للدولة ، وأن اختفاءه لايحدث فيها ارتباكا . ويوضح هذا الرأى تكوين مجلس العموم ، فبالرغم من أهمية العلوم فى الحياة العضوية لايوجد بين أعضائه الستمائة من يشتغل بالعلم .

وكان لينين يعلم — على أساس فلسفى — أن العلم يجب أن يكون جزءا أساسيا لاجزءا ثانويا فى بناء النظام الاجتماعى . وفى عام ١٩٢٠ قال : « لن يجيئنا النصر النهائى إلا إذا كهربنا كل بلادنا وبنينا صناعتنا وزراعتنا ووسائلنا فى النقل على أسس الإنتاج الحديث الواسع .

ولذلك وضعت الخطط لإنشاء نظام اجتماعى تقوم فيه العلوم والفنون بدور أساسى . وبدئ بتقدير الحاجيات اللازمة لخلق مستوى المعيشة اللائق بأى إنسان . وكان من السهل نسبيا تقدير ما يحتاج إليه الفرد من مأكل وملبس ومسكن وخدمة طبية وغيرها ليحظى بالهناءة والعافية . ولقد كان من الممكن على ضوء هذه التقديرات معرفة سعة الصناعات اللازمة لإنتاج هذه الحاجيات ، إذ أن هذه التقديرات تبين ما تطلبه البلاد من المنتجات الزراعية ومن الفحم والزيت والحديد والمعادن الخام وغيرها . وظهر أن المقادير المطلوبة أكبر بكثير مما تنتجه البلاد فى ذلك الوقت . ولذلك أخذ المسئولون يدرسون مثلا الوسائل التى تزيد الإنتاج الزراعى . وأنشئت معاهد للبحوث لتعمل على كشف طرق يحقق استعمالها هذا الغرض .

ودرست موارد الثروة الطبيعية فى البلاد دراسة واسعة للكشف عن المعادن اللازمة مما أدى إلى زيادة المعلومات الجيولوجية كثيرا .

وتطلبت صناعات التعدين الضرورية إنشاء المعاهد التى تقوم بحل مشاكل التعدين وصهر المعادن وغير ذلك .

وضعت الخطط لإنشاء صناعة الكهرباء لإمداد المصانع بالقوى المحركة والأهالى بالضوء .

وأوحت المسائل العلمية التي كانت تتطلب حلا سريعا بإحياء أكاديمية العلوم التي كان بطرس الأكبر قد أنشأها على نسق الأكاديمية الفرنسية لتكون رمزا للقوة ومظهراً عظيما للغنى الذى هيأ للنابهين من الرجال الفراغ ليقوموا بأعمال تدل على مهارتهم العقلية بدل أن تكون جزءا حيويا فى كيان الدولة. ولقد أدت المطالب العلمية التي نتجت عن الخطط الجديدة إلى إعادة تنظيم الأكاديمية من أساسها . وأصبح عليها فى وضعها الجديد توجيه دراسة العلوم وتطبيقها لتحقيق البناء الاشتراكى وتقدم الثقافة الاشتراكية . وبعد أن كانت فيما مضى لا تبحث إلا فى العلوم البحتة فقد فتحت أبوابها للفنيين والعلماء الاجتماعيين ، وزاد عدد أعضائها إلى ما يقرب من المائة .

وكانت خطة البحث فى الفترة من ١٩٣٢ — ١٩٣٧ قائمة على سبعة موضوعات عامة هى :

١ — تركيب المادة وصلتها بالفلك والطبيعة والكيمياء والطبيعة الكيميائية .

٢ — مصادر الثروة الطبيعية فى الاتحاد السوفييتى ووضع الخطط لاستغلالها .

٣ — دراسة مصادر القوى فى الاتحاد السوفييتى ووضع الخطط لاستغلالها .

٤ — مشاكل التوزيع ومواد البناء والصحة وغيرها مما ينشأ عن تشييد المبانى .

٥ — استخدام الكيمياء فى الصناعة والزراعة .

٦ — دراسة التطور البيولوجى وصلة نتائجه بالزراعة والمواد اللازمة للصناعة الخفيفة .

٧ — عمل النظريات الاجتماعية والتاريخية التي تهدم آراء الرأسماليين وتزيل ما بقى فى أذهان الناس من الآراء المبتسرة التي أخذوها عن الأوضاع الاجتماعية القديمة .

ولقد أصبح للأكاديمية بهذا التنظيم الجديد أهمية عظيمة فى الدولة، إذ أضحت

مؤسسة ذات أهداف واضحة توجه المعاهد والبعثات العديدة وبضعة آلاف من علماء البحوث المختلفى المؤهلات .

ويذكرنا هذا التطور بما قاله جورج إلرى هيل فى مقدمة بحثه فى تأسيس المجلس الأعلى للبحوث فى الولايات المتحدة عن أثر الثورة الفرنسية فى الأكاديمية الفرنسية . « بالرغم مما حدث فى عهد الإرهاب من تدمير وإعدام للكثيرين الذين كان من بينهم لافوازييه ، فإن العلم وصل إلى درجة من السمو أعلى بكثير مما عرف فى أيام العهود القديمة الهادئة . وتوجه الشعب بدافع فطرى إلى الأكاديمية يطلب النصيحة والعون عند البدء فى كثير من المشروعات الجديدة . وكثيرا ما استنجد الوزراء والبرلمانات ورجال الإدارة ومجالس الدولة برأيها وعملوا به . وأعاد زعماء الثورة ثم نابليون نفسه تنظيم الأكاديمية القديمة على عمد أكثر ثباتا ومنحوها امتيازات لم تحظ بها فى أيام الملكية .

ويعتبر المنظمون الروسيون أن قدرة الإنسان فى بلدهم من أهم موارد الثروة الطبيعية ، ولذا يبنون المعاهد الخاصة للعباقرة من الرجال ويرون أن استخدام المواهب فى أعمال لا تناسبها عمل سيء لأنه إساءة استغلال جزء من أثمن موارد المجتمع ، وأن التنظيم هو الوسيلة التى تهيء الفرص الطيبة للأكفاء من الرجال، وأنه من الخطأ الاعتقاد بأنه يعادى الابتكار ، وفى هذا تفسير لما يبدو من تناقض ، إذ بينما وضعت روسيا خطط البحث ، منحت الأفراد البارزين تسهيلات لا مثيل لها ليقوموا ببحوث مستقلة .

ويمكن أن يؤخذ تنظيم البحوث المتصلة بصناعة الكهرباء مثالا عاما لذلك . فقد قدر المطلوب من الوحدات الكهربائية ، ووضعت الخطط لإنشاء المحطات اللازمة لتوليد ذلك القــــدر المطلوب . وكان لا بد من وضع تصميم للمحطات والأجهزة ثم بنائها وإدارتها ، ولقد أثار هذا العمل جميع المسائل المألوفة فى الهندسة الكهربائية ، كما أثار مسائل جديدة أوجدتها ظروف خاصة أو لم يسبق حدوثها من قبل .

ومن الممكن عمل الكثير فى هذا الشأن بشراء الآلات من الخارج واستخدام الخبراء الأجانب لإدارتها، إلا أن ذلك لا يؤدى إلى حل دائم، بل إن حسن سير العمل وحـــده يتطلب رجالا لهم من الدراية والمهارة ما يمكنهم من حل ما يستجد من المشاكل فى أثناء العمل، ولا يمكن باستمرار استدعاؤهم من بلاد أجنبية بعيدة.

وكان لابد من إنشاء صناعة كهربائية كبيرة وعدد من معاهد البحوث لحل مشاكلها ولتدريب أمهر موظفيها الفنيين.

ونظمت معاهد البحوث الخاصة بصناعة الكهرباء تحت إشراف جماعة من العلماء فى المصالح الحكومية التى تهيمن على الصناعات الثقيلة.

وكان تنسيق مناهج البحث من عمل ما يقرب من اثنتى عشرة لجنة بكل منها من عشرة إلى خمسة عشر عضواً. وكانت هذه اللجان تجتمع مرتين أو أكثر فى السنة، وتعد كل لجنة خططها للبحث فى موضوعها عن سنة واحدة، وتضع الخطوط العامة للبحوث فى كل معمل متصل بها. وكانت اللجان توزع مواضيع البحث على المعاهد المختلفة لتدرس المسائل فى أصلح مكان معد لها ولتجنب التكرار. وفى اجتماع السنة التالية تستعرض البحوث التى تمت فى السنة التى قبلها وتقدر قيمتها.

وكان عمل هذه اللجان يسير فى الغالب بالمكاتبات، وكانت غالبية أعضائها مديرين للمعاهد. ومن المحتمل أن كان عمل اللجنة يستغرق أسبوعين كاملين موزعين على أيام السنة. وكانت اللجان تحدد أيضاً مقدار المال اللازم للكتب والمطبوعات الدورية وتعقد المؤتمرات للنظر فى البحوث العلمية وتنظيمها.

ولقد تغيرت طرق تنظيم البحوث الآن ولكن يمكن معرفتها من بعض تفاصيل النظام الذى كان متبعا عام ١٩٣٥ فى معهد البحوث الطبيعية الفنية بمدينة خركوف.

ولقد كانت هيئة البحوث فى المعمل تضع خطة البحث للعام كله ولكل ثلاثة

أشهر للاسترشاد بها . ولم يكن التمسك بها آليا . ولكن لم يكن للباحث أن يغير موضوع بحثه دون مباحثة بقية الهيئة وموافقتها .

وكان العلماء المشتغلون ببحوث واحدة يكونون مجموعة واحدة تعقد اجتماعاتها للنظر فى خير السبل لإنجاز أعمالها ، وكان الأعضاء يعملون معا بشغف وجد . وكانت رغبات الفرد الشخصية لا تلاقى اعتباراً كثيراً ، ولكن إذا أمكنه إقناع أعضاء فرقته بقبول اقتراحاته فإنها تنفذ بحماسة أكبر مما لو تركت ليقوم بها بمفرده ، وفى الواقع كان فى وسع الشخص القدير أن ينال دائماً تعضيد المعهد لمقترحاته المفيدة الخاصة بالبحوث . وإذا قامت مجموعة بعمل جليل فقد تذاع أسماء بعض أعضائها ويمنحون أوسمة الشرف . ولقد كانت هذه الأوسمة تعطى لبعض الأعضاء على اعتبار أنهم يمثلون لمجموعتهم . ولو أنها فى الواقع كانت تعطى لمن قاموا فى الأصل بتقديم الاقتراحات : وبهذه الكيفية كان ذيوع الشهرة مرتبطا بالمبادىء الاشتراكية .

ولقد كانت المعامل منظمة تنظيما دقيقاً .. وكان بجانب كل بحث دفتر مدون فيه نفقات صنع الأجهزة التى تطلبها وذلك لمعرفة ما تكلفه كل بحث ، وكذلك سرعة العمال المقارنة فى أداء العمل .

وكانت هيئة البحوث فى المعهد تتكون من ٢٣٠ عضوا منهم ٣٤ عضوا فى الحزب الشيوعى أو يطلبون الانضمام إليه . وكان هؤلاء يكونون خلية حزبية ويوحون إلى المعهد بالأعمال الهامة . ويعقدون الاجتماعات الخاصة والعامة التى تضم جميع الأعضاء لدراسة الصعوبات ، ومعرفة كيفية التغلب عليها ، وكيف يستطيع المعهد أن يساهم فى مساعدة اللجنة التنفيذية للحزب على تحقيق أهدافها العامة .

وكانت المناقشات فى الموضوعات العلمية التى تهم المعهد ، وفى المسائل السياسية الكبرى التى تشغل الأذهان فى ذلك الوقت تبعث الحية والنشاط فى نفوس الأعضاء . وكان عدد الأعضاء المدربين على البحث يقرب من الخمسين وكلهم تقريباً أقل فى

السن من أربعين سنة . وكانت أهم موضوعات البحث طبيعة الضغط الشديد والتحليل الطيفى ، وطبيعة درجة الحرارة المنخفضة ، وتحليل الأشعة السينية ، والتزهر ، والأشعة الكونية والضوء الكهربائى ، والتكوين البلورى .

وكانت ميزانية المعهد عام ١٩٣٤ تتراوح بين ٣٧٫٥٠٠ جنيه و٧٥٫٠٠٠ جنيه . وكان يصرف منها ٣٥ ٪ على الإضاءة والتدفئة وشراء الأدوات وصنعها وغير ذلك . وكان بالمعهد ثمانية وسبعون مساعدا وسبعون عاملا وموظفو الورشة وخمسة وثلاثون خادما وحاجبا . وكان مبنى المعهد من الطراز الذى قد يتكلف ٢٠٠٫٠٠٠ جنيه فى إنجلترا .

ومن المحقق أن العلماء فى الاتحاد السوفيتى حصلوا على خبرة فريدة بإنشاء أول نظام مرسوم للبحوث العلمية ، وعبروا تعبيرا واضحا عن الميل اللاشعورى لتنظيم البحوث العلمية الذى يرى الآن فى البلاد الأخرى .

ولم تأت تلك الجهود بتقدم سريع حتى عام ١٩٣٤ لما أخذت البلاد تفيق من آثار الحرب . ولذلك لم يكن لهذا النظام أثر فعال إلا من خمسة عشر عاما . والعلماء الشبان الجدد قليلو الخبرة يلاقون صعوبة كبيرة فى أثناء قيامهم بواجباتهم نتيجة لقلة خبرتهم ولعدم تدريبهم التدريب الكافى . ولقد كان للمنازعات السياسية العنيفة أثرها فى المعاهد كما فى المصالح الحكومية الأخرى . وألقى كثير من العلماء فى السجون وأعدم بعضهم . وأحيانا كان المتحمسون للنظم السياسية القائمة أنصاف المتعلمين يعملون على الحط من شأن النظريات العلمية لأن خصومهم السياسيين يؤيدونها . وأحيانا كانت البحوث العلمية التى قام بها أفراد لا ترضى عنهم الحكومة تستبعد من كشوف المراجع . وأحيانا كان العلماء يشاهدون وهم يعتذرون للهيئات السياسية عن اعتناقهم لآراء تبدو صحيحة فى نظر غالبية العلماء فى العالم .

٧٨
بعد نظر الأمريكيين

وكان تقدم الولايات المتحدة رهنا بمجهودات المؤسسات الخاصة . وفى النصف الأخير من القرن التاسع عشر كانت الحكومة راضية عن الجهود التى يبذلها زعماء تلك المؤسسات من أجل تقدم العلم . ولم تشعر الحكومة أن من واجبها أن تبحث فى بعض الظواهر التى صحبت هذا التقدم إذ كانت ترى أن مايصيب الأفراد والجماعات من جرائه كان من صنع أيديهم. وتعتقد أن من الواجب عدم منع الأفراد أو الجمعيات من عمل مايريدون حتى ولو لحق المجتمع ضرر نتيجة لبعض أعمالهم . وتشعر أن خير تلك الأعمال يفوق شرها ، وأنه إذا قضى على مافيها من أذى قليل فسيقضى على مافيها من نفع كبير أيضا، ولا بد أن يلازم التقدم بعض الضرر الذى لا يمكن تقليله، وأنه ليس من شأن الحكومات أن تبحث فى هذا الموضوع ولذلك أعرضت عنه .

ولقد كانت هناك أقلية تعارض دائما هذا الرأى ولكن بدون جدوى حتى نهاية الحرب عام ١٩١٨ إذ زادت ويلات الحرب من عدد المتذمرين ولكن النصر ملأ النفوس بالآمال فى إمكان إنشاء مجتمع أفضل .

ولقد اشتهر ه . هوفر مهندس التنظيم العظيم الذى استعنت كثيرا بكتابه عن أجريكولا فى كتابة الباب الثانى والخمسين من هذا الكتاب ،كنظم عالمى للإمدادات خلال الحرب وجرته مقدرته الإدارية إلى ميدان السياسة . وفى عام ١٩٢١ أخذ كسياسى يرعى البحوث عن المجتمع الأمريكى لمعرفة ما إذا كان من الممكن تحسين حاله على أساس مبنى على علم دقيق ببعض خصائصه. وفى عام ١٩٢١ أعد بإرشاده تقرير عظيم عن « الإتلاف فى الصناعة » . وبعد أن انتخب رئيسا للجمهورية عين

عام ١٩٢٩ لجنة من العلماء لدراسة المجتمع الأمريكى وللحصول على معلومات دقيقة عن مشاكله للاسترشاد بها فى إعداد السياسة الإنشائية . ونشرت هذه اللجنة تقريرها عام ١٩٣٢ تحت عنوان « الاتجاهات الاجتماعية الحديثة » وأشارت فيه إلى كثير من المسائل المتصلة بالسياسة الخارجية والتنظيم الحكومى للصناعة والمدن وإلى المعايير الخلقية وغيرها، ومستقبل الديمقراطية والرأسمالية . وكان لكثرة المهاجرين من البلاد المختلفة وسرعة استغلال موارد الثروة الطبيعية أثر عظيم فى دفع الشعب بشدة عظيمة من الحياة الهادئة إلى الحياة العصرية الصاخبة .

وصحب هـــذه الحركة المدهشة والتعقيد فى بناء المجتمع عدم المبالاة بالعلاقات المشتركة بين أجزاء هذا النظام الاجتماعى الضخم . « فقد سار الأقوياء من الأفراد والجماعات كما تراءى لهم دون أن يدركوا معنى العبارة المعروفة منذ القدم « الإنسان لايعيش منعزلا عن العالم » .

فبينما كانت تتجلى عظمة المهارة الفنية فى بعض ناطحات السحاب بدرجة لا يمكن تصورها كان التأخر الشنيع يظهر فى المساكن الحقيرة بدرجة لايمكن تصورها أيضاً .

ولقد كانت المشكلة الكبرى فى أمريكا التحقق من أن عناصر تكوينه الاجتماعى المعقد تعتمد بعضها على بعض حتى تستطيع الجماعات المتقدمة فى الزراعة والعمل والصناعة وشئون الحكم والتعليم والدين والعلم أن تنسجم بدرجة أكبر من الجماعات الأخرى . ودلت تحقيقات اللجنة على أن الحياة الأمريكية يعتريها ضعف شديد نتيجة لاختلاف عناصر المجتمع فى القدرة على العمل كما يحدث لو أن أجزاء سيارة ما تسير بسرعات مختلفة . وذكرت اللجنة أن أول ما تحدثه الاكتشافات والاختراعات العلمية من أثر يظهر فى النظام الاقتصادى وفى العادات الاجتماعية المتصلة به مثل سكنى المدن وتنظيم العمل . وهذه بدورها تؤثر فى نظم الأسرة والحكومة والمدارس والكنائس، وأن الناس متأثرون بما فى الصناعة والحكومة من نظم بينما أخذ أثر الكنيسة والأسرة فى التضاؤل . ولقد أثرت الفنون الصناعية

والتنظيمات فى القيم الروحية مما يجعل الإرشاد الخلقى أمراً عسيرا جدا ، وذلك لأن القيم الخلقية نشأت خلال عصور طويلة كانت الأحوال الاجتماعية فيها مختلفة جد الاختلاف عما هى عليه فى ذلك الوقت . وكانت اللجنة لاتعتقد أن من الممكن حل مشكلات العصر الحديث المتزايدة بوقف البحوث العلمية والاختراعات بل بالعكس كانت تعتقد أنه من الواجب تشجيع الاختراعات الاجتماعية لتجارى الاختراعات الميكانيكية .

ووجدت اللجنة فقراً شديداً فى القرى والمدن حتى فى أيام الرخاء من ١٩٢٥ إلى ١٩٢٩ ، وجدت الأمريكيين يعنون بجمع المال أكثر بكثير من عنايتهم بكيفية إنفاقه وإن الحاجة ماسة لإنشاء منظمات خاصة تهتم بمصالح المستهلكين.

ولقد كانت الأسرة فى المدنيات السابقة الوحدة الأساسية للإنتاج الاقتصادى . فقضى إنشاء المصانع على هذا الجانب من عملها كما فكك مابينها من روابط . ودلت الإحصائيات فى عام ١٩٣٢ على احتمال حدوث الطلاق بين الأزواج بنسبة تتراوح من ١ إلى ٦ ، ومن الممكن تقليل ذلك بإنشاء معاهد للبحث فى السعادة التى لما يعن البحث العلمى بها إلا قليلا رغم أنها أحب مايصبو إليه الإنسان .

ولقد ضعف أثر الكنيسة فى سلوك الأفراد ، ومع ذلك فإن ثروة الكنائس زادت بسرعة فى المدة من سنة ١٩٠٦ إلى ١٩٢٦ أكثر من زيادة الدخل القومى وزاد عدد أعضائها إلى ٤٤ مليونا . وكانت منظمات الشباب فيها تضم ستة ملايين، وقدرت ممتلكات الكنيسة بسبعة آلاف مليون من الدولارات .

وكان الأمريكيون ينفقون ما يقرب من ١٢٫٠٠٠ مليون من الدولارات سنوياً فى اللهو والألعاب الرياضية والتردد على دور الخيالة والقيـــام برحلات بالسيارات . وزاد عدد الصحفيين الذين يكتبون فى الصحف عشر مرات فى المدة بين ١٨٧٠ ، ١٩٣٠ . وليس لدى الأمريكيين إلا القليل من الوسائل التقليدية للتسلية التى بها يرفهون عن أنفسهم بطريقة لطيفة تفيدهم صحيا ، وعليهم أن يعيروا هذه المسألة عناية جدية أكبر .

وقالت اللجنة بعدهذه الدراسة الواسعة : « إن على أهل الولايات المتحدة أن يعيدوا تنظيم حياتهم الاجتماعية وخاصة النواحى الاقتصادية والسياسية منها وألا ينساقوا مع التيار ، وعليهم أن يعرفوا الدور الذى ستلعبه العلوم والفنون الصناعية فى هذا التنظيم الجديد». ثم قالت إنها تعمل على جمع الحقائق المضبوطة عن الحياة الأمريكية ، وبعد ذلك ستضع سياسة تقوم على تلك الحقائق . وأشارت إلى أن الحكومة المركزية والمدن قامت بأعمال اجتماعية كثيرة وأنها تنتظر منها أكثر من ذلك ، وأن من الممكن إنشاء مجلس أهلى استشارى يضم رجال العلم والتربية والسياسة والإدارة والاقتصاد وغيرهم لدراسة المشكلات الاجتماعية الأساسية فى البلاد ، وهى دائما متداخلة بعضها فى بعض على ضوء اتجاهات العلوم الحديثة وإمكانياتها » .

ولم تشأ اللجنة « أن تغالى فى أهمية مايقوم به الذكاء فى التوجيه الاجتماعى » واعترفت بأهمية التقاليد والغباء وغريزة حب السيطرة وغير ذلك من العوامل التى تعرقل الأعمال الإنشائية الاجتماعية .

ولقد كان لسوء الحالة الاقتصادية عام ١٩٢٩ أثر كبير فى زيادة مساوئ الأنظمة الاجتماعية التى وصفتها اللجنة فى تقريرها . وكان لصدى ترديدها أثر فى فشل هوفر فى انتخابات الرياسة عام ١٩٣٢ ، إلا أن البحث استمر فى عهد خلفه مستر روزفلت وزاد ، ونظمت لجنة الموارد الأهلية دراسة للاتجاهات الفنية وأهمية المخترعات الحديثة من الناحية الاجتماعية ونشرت عام ١٩٣٧ تقريراً عن الاتجاهات الفنية والسياسية القومية . وأرسل التقرير إلى مستر روزفلت كأول محاولة عظيمة لبيان أنواع المخترعات الحديثة التى قد تؤثر فى ظروف العمل فى أمريكا فى العشرة أو الخمسة والعشرين عاما القادمة ولإبراز بعض المشكلات التى لابد من حدوثها نتيجة لإدخال هذه المخترعات واستخدامها ولتوكيد أهمية الجهود الأهلية فى العمل على سرعة التلاؤم مع تلك الأحوال المتغيرة بأقل مايمكن من

العناء والخسارة ، ثم يرسم التقرير بعض خطوط السياسة القومية التى تهدف إلى تحقيق تلك الغاية .

وكان التقرير يحتوى على مجموعة ضخمة من الحقائق عن الزراعة ووسائل النقل والمواصلات ومصادر القوى والمعادن والصناعات الكيميائية والكهربية والهندسية الإنشائية فى أمريكا فى ذلك الوقت . وكان يبتغى من وراء ذلك إظهار بعض النواحى الهامة فى تطور الحياة فى أمريكا .

وفى عام ١٧٨٧ كان الفائض الذى ينتجه تسعة عشر فلاحا يكفى لسد حاجة فرد واحد من سكان المدن .أما فى الوقت الحاضر فإن الفائض الذى ينتجه تسعة عشر فلاحا يكفى لسد حاجة ستة وخمسين فرداً من ساكنى المدن وعشرة أجانب .وزادت المحصولات الزراعية بين عامى ١٩٢٢ و ١٩٢٦ بمقدار ٢٧ ٪ بينما ظلت مساحة الأراضى المزرعة ثابتة فى الغالب ونقص عدد العمال الزراعيين . وفى الفترة بين عامى ١٩١٨ و ١٩٣٢ حلت السيارات محل الخيل والبغال ولقد أدى ذلك إلى تحويل ثلاثين مليونا من الأفدنة من المراعى إلى أراض تنتج محصولات يمكن بيعها .

وظل الاستهلاك المنزلى لمنتجات المزارع ثابتا فى الفترة من عام ١٩٣٠ إلى عام ١٩٣٣ على الرغم من الانخفاض الهائل فى الأسعار . واستنتج العلماء أن من المشكوك فيه أن يزيد كثيرا مقدار مايستهلكه أى إنسان من غير الفقراء كنتيجة لزيادة كبيرة فى دخله .

وكانت بيوت المزارعين الأمريكيين متأخرة جدا ، فلم يكن فيها إلا مايقرب من ١٥ ٪ مزودة بالكهرباء و ٢٧ ٪ بها أحواض فى المطبخ ومتصلة بالمجارى ، و١٧ ٪ موصلة بمياه الشرب ، ٨ ٪ مزودة بالماء الساخن ، ٩ ٪ بها مرافق صالحة ، ٨ ٪ مزودة بالمدافئ ، ٤ ٪ مزودة بالغاز والكهرباء للطهى . أما فى هولندا فبيوت المزارعين كلها مزودة بالكهرباء ، وفى ألمانيا ٩٠ ٪ منها . وكان الغرض من البحوث

التى قام بها سنو تحسين وسائل الرى . وأتت التحسينات التى أدخلت على أنواع الذرة بزيادة ١٥ ٪ فى المحصول ، ولذا كان من الممكن إنتاج مقادير كبيرة من مساحات صغيرة من الأراضى . ولقد أدى ذلك إلى تخفيض عدد العمال الزراعيين ونشر البطالة .

وفى بعض الأحايين تأتى الزراعة المبنية على الإهمال بمحصول أوفر من الزراعة المبنية على طرق علمية ، وهذا يحدث فى زراعة التبغ ، فإن الأرض إذا ما تركت للأعشاب تنبت فيها فإنها تنتج محصولا أحسن مما تنتجه أى طريقة فنية فى الزراعة ، ويكون التبغ من الصنف الممتاز ، وتقدر الزيادة فى محصول الفدان الواحد بمائتى دولار .

ويرجع حصر تربية المواشى فى عزب خاصة فى برارى أمريكا إلى ضرورة جعل عدد كبير من البقر فى متناول ثور واحد . وبفضل تطور التلقيح الصناعى أصبح من الممكن إرسال مادة اللقاح فى « كباسيل » عن طريق البريد ، وبذلك يستطيع الفلاح الصغير منافسة كبار الفلاحين فى تربية الماشية .

ويمكن اقتصاد مبالغ باهظة من المال إذا أمكن القضاء على ماتسببه الحشرات من أذى للمزروعات ، فسوس لوز القطن يتلف مايقرب من ٢٫٠٠٠٫٠٠٠ بالة من القطن سنوياً ، وذباب هسيان ٤٨٫٠٠٠٫٠٠٠ « بوشل » من القمح تقريبا .

وما زالت الحاجة ماسة إلى معرفة الكثير من العلم لتحقيق مثل هذه الإمكانيات ويقدر عدد أنواع الحشرات بما يقرب من ٤٫٥٠٠٫٠٠٠ إلا أنه لم يدرس منها إلا ٧٥٠٫٠٠٠ ، ومن المعروف أن ٧٠٠٠ نوع تسبب تلفاً اقتصادياً بالغاً فى الولايات المتحدة . ويقبل كثير من الفلاحين فى أمريكا على الأنواع الرديئة من المخصبات ويحصلون عليها بتخفيف المخصبات الممتازة وخلطها بمواد غريبة . ويدفع فلاحو الولايات المتحدة الجنوبية مايقرب من خمسة ملايين من الدولارات ثمناً لتلك المواد التى لاقيمة لها فى الزراعة .

ولقد تحسنت طريقة تقدير محصول القطن نتيجة لاستخدام جهاز تقدير

المحصول . ومن الممكن وضعه فى سيارة تسير فى الحقول . ويمكن فتح سوق جديدة للقطن وذلك باستخدامه فى تقوية الطرق المرصوفة .

ولقد قضت إزالة الغابات على الإسفنج الطبيعى الذى يمتص الرطوبة وعملت على زيادة الجفاف والعواصف . ولقد أزالت العاصفة التى هبت عام ١٩٣٤ ثلثمائة مليون طن من التربة الخصبة . وتزيد الريح ما للماء من قوة على التعرية والتدمير . ويلقى نهر المسيسبي سنويا بأربعمائة مليون طن من التربة فى خليج المكسيك ، كما أن إزالة الغابات التى لها هذا الأثر الخطير فى التربة من نتائج حب استغلال الأرض فى الزراعة ، وكان مايقرب من ٩٧ ٪ من منتجات الغابات فى أمريكا يأتى من الغابات الخاصة .

ومن الضرورى لسلامة وبقاء أمريكا إعادة التوازن بين الأراضى الزراعية والغابات ، وعلى العلماء والفنيين إيجاد الوسائل التى بها تستطيع الغابات الجديدة تزويدنا بما نحصل عليه فى الوقت الحاضر من مصادر لايمكن تحديدها .

وزاد عدد الفلاحين المستأجرين للأراضى الزراعية فى ولاية تكساس من ٢٨ ٪ عام ١٨٨٠ إلى ٥٧ ٪ عام ١٩٣٥ ، وفى ولاية المسيسبي من ٤٤ ٪ إلى ٧٠ ٪ ، وفى ولاية ألاباما من ٤٨ ٪ إلى ٦٤ ٪ . وكان دخل الزراعة من قطن عشر ولايات ١٠٧١ ريالا عام ١٩٢٩ ، ٦٦٩ عام ١٩٣٤ . وكان متوسط الدخل فى باقى الولايات ٢٤١٤ عام ١٩٢٩ و ١٣٥٣ عام ١٩٣٤ .

ومن المنتظر أن يكون لنجاح الآلات فى جنى القطن آثار بالغة الأهمية إذ ستقضى تماما على أعظم مصدر لتشغيل النساء والأطفال فى أمريكا ، وقد تحرر العمال ليعملوا فى الصناعات المأخوذة عن الولايات الشمالية ، وترفع أجور أرباب الأسر وتهيء الوسائل اللازمة للتربية والتعليم .

وما يزال ٩٠ ٪ من القوى المحركة تستمد من المعادن ، و ١٠ ٪ فقط من المساقط

مع أن المناجم آخذة فى النضوب وتحتاج إلى زيادة عمقها. ولم تكتشف حقول جديدة للمعادن فى الولايات المتحدة منذ عام ١٩١٠ ، وفى وسع مناجم الفحم الحالية أن تنتج ما يكفى ألفى سنة بمعدل الاستهلاك الحالى .

ولقد كانت آبار البترول المعروفة حتى عهد قريب لا تكفى إلا لما يقرب من عشر سنين ، ولكن اكتشف فى تكساس وحدها عام ١٩٣٥ خمسون بئرا جديدة للبترول والغاز . ويعزى ذلك كثيراً إلى طرق الكشف التى اتبعها علماء الطبيعة الأرضية فى البحث عن المعادن . ولقد اكتشفوا كميات كبيرة من البترول والمياه الجوفية وقليلا من المناجم الجديدة للمعادن .

وإلى عهد قريب كانت مناجم الفحم فى أمريكا تصدر سنوياً مقداراً من الفحم يعادل المجموع الكلى لوزن البضائع التى كانت تمر فى قناة بنما ، وكان يعتمد فى إخراجه من المناجم عام ١٩٢٣ على قوة الإنسان وحده ، ومن ذلك الوقت أصبح ١٣ر٦ ٪ من الفحم يرفع بواسطة الآلات . وبلغ إحلال الآلات محل الإنسان الحد الأقصى فى المناجم القريبـــة من سطح الأرض حيث يرفع الفحم بواسطة جاروف آلى يرفع مقدار ٣٢ ياردة مكعبة فى كل مرة ، وفى بعض الأحايين تنقل الآلات طبقات من الحجر الجيرى وتزيل خمسين قدما من طبقة أخرى لتصل إلى الفحم الحجرى . ومن المنتظر أن تزيد المناجم القريبة من سطح الأرض ، وهى لا تتطلب إلا نصف أو ثلث العمال اللازمين للمناجم تحت الأرض .

ولقد نقص عدد عمال مناجم الفحم ٢٤٧ر٠٠٠ عامل بين عامى ١٩٢٣، ١٩٣٥ ومع ذلك فاستخدام الآلات يفيد العمال فيما بعد . وعلى أية حال لابد من التقدم فى صناعه استخراج الفحم ليستطيع الصمود أمام منافسة البترول والغاز الطبيعى المتزايدة .

وسيزيد عمق المناجم نتيجة لاستخدام وسائل تكييف الهواء ، ويبلغ عمق منجم

«روبنصن ديب» للذهب فى جنوب إفريقيا ٨٥٠٠ قدم ، وبه أكبر جهاز لتكييف الهواء فى العالم . ويعتقد البعض أن محصول الذهب من المناجم فى العالم قد يزيد كثيراً نتيجة لهذا الابتكار ، وسيؤدى ذلك إلى رجوع الدول إلى قاعدة الذهب .

والتبذير فى المعادن فظيع فى هذه الأيام ، وضرر هذا واضح حتى لأقل الناس إدراكا . ولما كان هذا التبذير فى مواد لا يمكن استردادها فإنه أصبح مشكلة اجتماعية كبرى ، كما أن الاقتصاد فيها من العوامل التى تقلل من مقدار ما ينقل منها فى العمليات الصناعية . ولقداستغنى حديثا فى صناعةالصلب عن نقل الحديد وإعادة صهره ، وذلك باستعمال الحديد المنصهر الخارج مباشرة من الفرن . وسيؤدى استعمال الفحم بحكمة فى الشئون المنزلية والاقتصاد بصفة عامة فى الوقود إلى تخفيض مصروفات النقل . وستقلل زيادة المتانة فى المنتجات المعدنية والسبائك من التجديدات ، ومن ثم الإنتاج ومصروفات النقل فى المستقبل . ويظن أن الصلب المصنوع عام ١٩٣٥ سيعيش اثنتين وثلاثين سنة وضعف الزمن الذى يعيشه الصلب المصنوع عام ١٨٨٥ . وتوفر خطوط الأنابيب التى تنقل الغاز الطبيعى الخارج من الآبار ٤٠٫٠٠٠٫٠٠٠ طن من الفحم سنوياً . وليس من المستحيل أن يتحول الفحم كله فى المستقبل إلى غاز وبترول وينقل فى أنابيب ، وبذا لا ينقل بالسكك الحديدية والسفن .

وقد ينتج من المشروعات الخاصة بمنع المداخن من نفث دخانها شئ من عدم التبذير فى الفحم . وهذا يؤدى إلى الاقتصاد فى الوقود . ولا ترجع كهربة الخطوط الحديدية فى المدن حتى الآن إلى هذا العامل ، وإنما إلى ما للقاطرات الكهربية من قدرة عظيمة على نقل البضائع الثقيلة . ولقاطرات الديزل مزايا كثيرة ، فهى أخف من غيرها ولا دخان لها ، فضـــلا عن أنها لا تتأثر بالبرودة التى تقلل من قوة القاطرات البخارية إلى الثلث .

ولقدكان الرجل العادى فى أمريكا عام ١٩٢٩ يسافر ألفى ميل مقابل خمسمائة ميل عام ١٩٢٠ ، وترجع هذه الزيادة فى الغالب إلى السيارة . ولم تتغير أماكن النوم

فى قطر السكك الحديدية تغيراً جوهريا عما كانت عليه من خمسين سنة إلا أن منافسة وسائل السفر الأخرى أحدثت تغييراً . وأسرة النوم فى الطائرات التى تعبر القارات أطول وأوسع .

ولا بد أن يزيد تقدم الطيران من عدد الوظائف ، لأن المطارات تحتاج إلى عدد كبير من الموظفين . وكذلك تحتاج سيارات النقل إلى زيادة كبيرة فى العمال تبلغ من عشرين إلى ثلاثين مرة قدر ما تطلبه السكك الحديدية لكل طن تنقله ميلا .
« وسيشجع تقليل ساعات العمل وارتفاع الأجور وعظم الضمانات لكبار السن وحسن التعليم على زيادة الأسفار ، كما يعمل طول ساعات العمل والفقر على ربط الفلاحين بالأرض » .

وسيكون من نتائج تقدم الاتصالات الكهربائية إمكان طبع الصحف محليا حيث تستقى أنباؤها من مكتب خاص معد لذلك ، ويمكن رؤية الأخبار وسماعها إبان إعدادها ، ويمكن إذاعة فحوى الوثائق بسرعة عظيمة . وستختلف نظرة الإنسان إلى الأشياء اختلافا تاما عن نظرته الحالية التى يحد منها البصر والأفق والاتصالات الاجتماعية وذلك نتيجة للقدرة على رؤية الأشخاص وسماعهم وهم على بعد سواء أكانوا فى الطائرة أم فى السيارة أم فى السفينة البخارية .

ويجب تغيير نظم التعليم ومناهجه تغييرا تاما ليكون رجال المستقبل أحسن استعداداً للتفكير . وتتبين السرعة التى تحدث بها هذه التطورات من بيع أجهزة اللاسلكى للسيارات . ولقد بيع منها مليون فى الولايات المتحدة عام ١٩٣٥ ، وهو عبارة عن ١٨٪ من جملة ما بيع من تلك الأجهزة .

وتعزى إلى حد ما سرعة إدخال التليفون الأوتوماتيكى إلى ماله من مزايا فى خدمة جميع سكان العالم .

والتحسينات التى أدخلت على صناعة البخار ـ وهو أقدم أنواع القوى الحديثة ـ

من أروع ما تم فى الأزمنة الأخيرة ، ومازال البخار محتفظا بمركزه تماما. وتتكلف المحطات البخارية اللازمة لتوليد الكهرباء ما يقرب من ٧٥ إلى ١٠٥ من الدولارات للكيلو وات الواحد . وفى عام ١٨٨٠ كان مقدار مايستهلك من الفحم لتوليد كيلو وات واحد فى الساعة عشرة أرطال ، وفى عام ١٩٠٠ نقص إلى خمسة أرطال . وفى عام ١٩١٨ نقص إلى ثلاثة أرطال ونصف رطل ، وفى عام ١٩٣٥ وصل إلى أقل من رطل . وليست تكاليف نقل الفحم ٩٠٠ ميل بأكثر من تكاليف إرسال الكهرباء إلى مسافة مائتى ميل .

ومازال هناك متسع لزيادة عدد الشبكات الكهربائية ، فهناك أقل من ثلثى سكان المدن بيوتهم مزودة بالكهرباء ومن المتوقع أن تحل الكابلات محل الأسلاك الممتدة فى الهواء ، وستبين العدادات المبلغ المطلوب من المستهلك بطريقة سهلة القراءة . وستقل تكاليف الترميمات نتيجة لإنشاء ممرات خاصة للماء والغاز والمجارى والمواصلات فى المدن وتوزيعها بطريقة علمية . وسيؤدى هذا إلى عدم حفر الشوارع.

وستطرد زيادة العمل الأتوماتيكى فى المصانع الكيميائية ، وليس الغرض من ذلك إنقاص تكاليف الإنتاج بالتخلص من العمل اليدوى ، وإنما الدقة فى العمل وتحسين التجانس فى المنتجات ، مما يؤدى إلى تقليل نفقات الإنتاج . وستؤدى الإدارة الأتوماتيكية البعيدة عن مقر العمل إلى تبسيط المبانى . وفى أحد المصانع تدار آلات قيمتها ٥٠٠٫٠٠٠ ريال أتوماتيكيا . ويدير رجل واحد معملا متوسط الاتساع لتقطير الكحول .

ولقد أدى استخدام ترإثيل الرصاص لمنع الخبط فى الآلات المحركة إلى زيادة الإقبال على البرومين . وأسس مصنع كبير لاستخراج البرومين من ماء البحر لسد حاجة السوق . وفى عام ١٩٣٥ كان البرومين يستخلص من ماء البحر بمعدل ٦٠٠٫٠٠٠ رطل فى الشهر . وفى مياه البحر ذهب بنسبة ٤ أجزاء تقريبا فى كل ألف مليون ، ومن الممكن استخراجه فى المستقبل . والمنتجات التى يمكن استخراجها

من ماء البحر هى ملح الطعام وكبريتات المغنسيوم وكلوريد الكلسيوم وكلوريد البوتاسيوم والمغنسيوم والألمنيوم وكربونات الاسترونتيوم والحديد والنحاس واليود والفضة .

ولقد نجحت صناعة المطاط الصناعى ليحل محل المطاط الطبيعى . وينتج مصنع يشغل فدانا ٢٠٠ طن من المطاط الصناعى فى ساعتين ، بينما ينتج الفدان المزروع بأشجار المطاط فى خمس سنين ، ٥٠٠ رطل من المطاط الطبيعى .

وسيزداد استخدام المواد الكيميائية للقضاء على الحشرات وأمراض النبات التى تسبب خسارة ٣٫٥٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ دولار سنوياً للولايات المتحدة .

ولقد نشأت مملكة الصناعات الكيميائية علاوة على الممالك الحيوانية والنباتية والمعدنية . ولا يمكن السيطرة على هذه المملكة الجديدة غير العلماء بجانب عامة الشعب والصحافة .

ومن المنتظر حدوث تطويرات عظيمة فى الإضاءة ، فمصابيح تنجستن تعطى ٢٫٢ ٪ ضوءا من الطاقة المستمدة من الفحم ، ويعطى الذباب المنير ٩٦٫٥ ٪ ضوءا من استهلاكه للطاقة، ويحدث هذا من تأكسد مادة تسمى ليوسيفرين ، وإذا أمكن صنع هذه المادة بنفقات قليلة فمن الممكن الحصول على ضوء قوى ١٠٠ ٪ تقريبا ، ولا يترتب على استخدامه أى خطر لأنه فى الواقع لا يحدث حرارة . ومن المتوقع أن يزداد الانتفاع بالأطلية الفسفورية التى تدخر ضوء الشمس إبان النهار وتتألق ألوانها بالليل .

وستعم أجهزة تكييف الهواء كل العالم وتسجل الاختراعات الخاصة بها بمعدل ٣٠٠ يوميا فى الولايات المتحدة . وستتحسن إضاءة الشوارع ، إذ تزداد الحوادث بنسبة ٨٥ ٪ فيما بين الخامسة والثامنة مساء فى الشتاء عنها فى الصيف ، ونسبة الحوادث فى الليل إلى الحوادث فى النهار كنسبة ٨ : ١ فى الشوارع الجيدة الإضاءة ، و ٤٧ : ١ فى الشوارع الرديئة الإضاءة .

ولقد استخدمت العـــيون السحرية فى مئات من العمليات الأوتوماتيكية فى الصناعات المعدنية والكيميائية، وفى الحساب والفرز وفتح الأبواب . ومن الممكن أن تحل الآن محل مليون عامل على الأقل . ويستخدم التوقيت الكهربائى فى شوى اللحم وإضاءة الأنوار وطهى الطعام وغيرها فى حالة غياب الإنسان أو نومه .

ولقد ازدادت المعادن زيادة هائلة ، ويستخدم الآن خمسة آلاف سبيكة ،وتفوق قيمة ماينتج من المعادن غير الحديدية قيمة ماينتجه العالم من الحديد، وتزداد القدرة على الإنتاج بسرعة . ويشك قليلا فى أن هذا سيؤدى إلى التعطل بين عمال المعادن .

ويشعر الرجال الفنيون بضيق شديد عندما يرون أن ١٠ ٪ مما يقتصد من تكاليف الإنتاج تضيع فى أحيان كثيرة فى الإنفاق على الإعـــلانات وفى تضخم المنتجات المعروضة للبيع . ومع ذلك فلا ينتظر تحسن جوهرى طالما أن الشعب الأمريكى يفضل الطنطنة على الحصول على قيمة ما يدفعه

وغالباً ماتعزى التحسينات التى أدخلت فى منتجات الصلب فى أمريكا إلى ضغط المستهلكين . ولقد استاء أصحاب مصانع أمواس الحلاقة لما علموا أن عاملا من المشتغلين بصناعة المعادن صنع موسى للحلاقة لاستعماله الخاص ، وظل يستعمله يوميا لمدة عامين من غير أن يعيد شحذه .

ومن الممكن صنع المدافع بسرعة فائقة ، وذلك بصب الصلب المذاب فى قوالب تدور بسرعة عظيمة . وسيزيد تغير الطرز فى المنتجات المعدنية من كمية الخردة وبذلك ستنقص منتجات المعادن الأصلية . ومن المحتمل ألا يحل الألمنيوم والمغنسيوم محل الحديد والصلب إلا بعد زمن طويل . وتصنع هذه المعادن الخفيفة بواسطة التحليل الكهربى ، ويستهلك فى إنتاجها مقدار من القوى أعظم عما يستهلك من الفحم فى صهر الحديد .

ولا ينفق على البحوث فى صناعة المعادن فى الولايات المتحدة إلا ١/٢٠ مما ينفق على البحوث فى الصناعات الكيميائية . وعند ما يسخو الإنفاق على البحوث

فى هذه الصناعة كما يسخو فى صناعة الكيميائيات فمن المنتظر حدوث نتائج هامة .

والمجال متسع فى الولايات المتحدة لتحسين المنازل ، إذ تعيش أربعة ملايين من الأسر الأمريكية فى منازل غير مزودة بالماء ، وليس بها مرافق ولا حمامات . وليس لثلث أو نصف الأسر فى أمريكا منازل عصرية . ومن الممكن صنع أجزاء المنازل فى المصانع ثم جمعها وتركيبها حيث يراد تشييد المنزل .

وإمكانيات البناء هائلة فى العصر الحاضر إذ يمكن بمساعدة الآلات الحديثة تشييد المبانى بسرعة تفوق سرعة قدماء المصريين فى البناء بما يقرب من ألفى مرة . فبناء الهرم الأكبر احتاج إلى عمل يوازى مايعمله الرجل الواحد مليونى سنة بينما لم يتطلب سد بولدر ، وهو مساو له فى الحجم إلا مايساوى عمل الرجل الواحد لمدة ٢٤٠ سنة .

فما أثر هذه التطورات وآلاف غيرها فى العمل والتعطل ؟ كان الرجل قديما يشتغل ٣٠٠٠ ساعة فى السنة ، ثم اشتغل ٢٠٠٠ فيما بعد ، فإذا كان الرقم الأساسى ١٠٠ يمثل الإنتاج والعمل عام ١٩٢٠ ، فإن الرقمين ١١٤ ، ٨٢ يمثلانهما عام ١٩٣٥ ، إذ ارتفعت قدرة العامل على الإنتاج ٣٩ ٪ عام ١٩٣٥ ، وزاد عدد العمال ١٦ ٪ فيما بين ١٩٢٠ ، ١٩٢٩ ، ولم تساهم الصناعات الأساسية للزراعة والتعدين والبناء والنقل والمواصلات والمنافع العامة فى هذه الزيادة إلا بمقدار ٣ ٪ وكانت المساهمة الكبرى من جانب الأعمال المتصلة بالتجارة والمهن والخدمات العامة والشخصية والمنزلية إذ كانت الزيادة فيها ٥٠ ٪ .

ويعزى جزء كبير من زيادة القدرة على الإنتاج بعد عام ١٩٣٥ إلى العمليات الجديدة التى كانت معروفة ، ولكن لم تستخدم فى الصناعة لعدم ثقة أصحاب رءوس الأموال فيها .

وهبطت نسبة عدد العمال فى الصناعات الأساسية من الرقم الأساسى ١٠٠ عام ١٩٢٠ إلى ٧٧٫٤ ٪ عام ١٩٣٥ . وكانت أكبر نسبة للهبوط فى عمال البناء

والسكك الحديدية ، إذ هبطت من ٨ر٥ ٪ إلى ٦ ٪ فى عمال البناء ، ومن ٢ر١٠ ٪ إلى ٧ ٪ فى عمال السكك الحديدية . ولم تكن هناك إلا زيادة واحدة كبيرة، وكانت فى وسائل النقل فى غير السكك الحديدية التى تسير بالبخار ، إذ ارتفعت النسبة المئوية من ٣ر٦ عام ١٩٢٠ إلى ٢ر٩ عام ١٩٣٥ .

ولقد وجد بسبب حالة الرخاء فيما بين عامى ١٩٢٣ ، ١٩٢٩ أن عاملا من كل عشرين عاملا كان مضطراً للبحث عن عمل فى صناعة جديدة أو غيرها كل سنتين .

وقللت هذه الحالة من حاجة الصناعة إلى تدريب عمال جدد ، بينما ألقت على كاهل العمال عبئا ثقيلا ، إذ فرضت عليهم أن يكيفوا أنفسهم للعمل بدرجة لم تطلب فى أيام ما قبل الحرب .

ولما استغنت المصانع عن بعض العمال نتيجة لوقف عملية من العمليات الصناعية كان ثلثاهم أو ثلاثة أرباعهم ـ إذا وجدوا عملا جديدا ـ يتقاضون أجورا أقل من أجورهم السابقة، بينما يتعطل معظم الباقين لمدة طويلة . ويقول إ . و . باكل : « يبدو أن الصفات التى تعين العمال على الوصول إلى الأعمال التى تتطلب مهارة، والحصول على أجور عالية فى أثناء قيامهم بأعباء عملهم المحدود الفائدة فى مساعدة العمال على تكييف أنفسهم لأعمال جديدة عند ما يفقدون أعمالهم » .

ولم تكن الزيادة فى الإنتاج فى الفترة من ١٩٢٠ إلى ١٩٢٩ بكافية لإيجاد أعمال جديدة تستوعب كل الأيدى العاملة . ومن المنتظر أن يثير التقدم الفنى مشكلات خطيرة من ناحية التكييف الصناعى والاقتصادى والاجتماعى مالم تبتكر الطرق الملائمة لحلها .

ولم يقف العلماء الأمريكيون الذين قاموا بهذه البحوث عند حد جمع بعض الحقائق عن التطورات الحديثة فتباحثوا فيما يمكن أن تكون الخطوط الأساسية للتطورات فى المستقبل ، وحللوا تاريخ تسعة عشر اختراعا هاما ، ووجدوا أن متوسط

الزمن الذى يمضى بين اقتراح الفكرة وأول تسجيل للاختراع الناشئ عنها يبلغ ١٧٦ سنة ، وأن متوسط الزمن بين أول تسجيل للاختراع واستخدامه عمليا ٢٤ سنة ، وبين استخدامه عمليا ونجاحه تجاريا ١٤ عاما ، وحتى يصبح استخدامه هاما ١٢ سنة أخرى أو ما يقرب من خمسين عاما منذ أول مرة يستخدم فيها . ومن الصعب العثور على اختراع أصبح له أهميـة قبل مرور مالا يقل عن عشر سنوات على استخدامه . وتعد هذه الأرقام خير دليل للتكهن بالمستقبل ؛ إذ أنها تبين أن كثيراً من الاختراعات الموجودة الآن سيكون لها أهمية كبرى فى المستقبل ، ومن الممكن معرفتها بالدراسة الجيدة . ولقد برهنت الحوادث على أن التنبؤات المنشورة عام ١٩٢٠ عن التطورات الفنية فى المستقبل — وعلى أية حال حتى عام ١٩٣٦ — كانت مبنية على على تفكير سليم . فمن الخمسة والستين اختراعا التى سبق التنبؤ بها فى هذا المقال ، وجد أن ٣٨ ٪ منها قد تحققت و ٢٠ ٪ منها يكاد يكون من المؤكد أن تتحقق ، و ٨ ٪ ثبت عدم صحتها ، ٢٢ ٪ مشكوك فى أمرها . أى أن ٧٨ ٪ من التنبؤات يحتمل تحقيقها و ٢٢ ٪ سيثبت عدم صحتها .

ولقد وجد أن رجال العلم والفن الممتازين خير من يتنبأ بالاختراعات فى المستقبل فى ميادين عملهم ، ولكنهم عرضة لأن يجهلوا إمكان حل المشاكل التى تعرض لهم فى ميادينهم بالمبتكرات فى الميادين الأخرى . فمثلا يتوقف سلوك الكائنات الحية على الأعصاب والهرمونات . وسيحاول علماء الأعصاب القيام بشرح السلوك من دراستهم لعمل الأعصاب ، بينما سيثبت البحث الذى يقوم به علماء وظائف الأعضاء الكيميائيون فى ميدان آخر أن السلوك يرجع فى الحقيقة إلى الهرمونات أكثر مما يرجع إلى الدوافع العصبية .

وليس هناك من سبب يمنع الإنسان من استخدام العلم لمعرفة المستقبل كما يستخدمه فى الأعمال الأخرى . ولم تكتب التنبؤات بصيغة علمية حتى الآن ، ولكن لا بد أنها تأتى بمعلومات قيمة إذا ما قام بها العلماء الملمون بتاريخ الصناعات .

ونجد الآن أن التليفون والسيارة والطائرة والصور المتحركة والحرير الصناعى

واللاسلكى أسس لست صناعات كبرى لم تكن قائمة فى عام ١٩٠٠ وإن كانت معظم الاختراعات الرئيسية الخاصة بها وجدت قبل ذلك التاريخ . ولم يكن من المستحيل فى ١٩٠٠ التنبؤ بقيام هذه الصناعات وإعداد التشريعات الاجتماعية لمواجهة آثارها . وكان من الميسور تخطيط طرق رئيسية أوسع ، وكان من الممكن أيضا إدراك آثار الحرير الصناعى فى القضاء على الفوارق بين الطبقات نتيجة لإزالة الفوارق فى الملابس التى ترتديها الطبقات المختلفة . ثم كان من السهل معرفة أثر السيارة فى سرعة اتساع المدن وسن القوانين اللازمة لتنظيمها قيام المنشآت التى تجعل إجراء التحسينات أمراً يكاد يكون محظوراً لما يتكلفه من النفقات الباهظة .

وهل ستستمر الاختراعات بهذه السرعة ؟ تقرب الاختراعات المسجلة فى الولايات المتحدة من ١٫٤٠٠٫٠٠٠ ، ويضاف إليها اختراعات أخرى بمعدل ٥٠٫٠٠٠ سنوياً ، ومن المعقول أن نفترض أن هناك الآن عدة اختراعات لم تكتمل بعد وسيكون لها من الآثار العظيمة ما للاختراعات الستة التى سبق ذكرها . فمثلا سيؤدى تحسين آلة جمع القطن إلى عدم تشـــغيل عدد كبير من زنوج الولايات الجنوبية ، وقد ينزح العمال المتعطلون إلى الولايات الشمالية ويغمرونها مما يؤدى إلى اختلال النظام السياسى فى الولايات الجنوبية .

وسيؤدى تعميم استعمال الأجواء الصناعية أو تكييف الهواء إلى تغيير توزيع السكان على سطح الأرض .

وستحدث تغيرات هائلة من جراء استخدام التليفزيون فى الدعاية والتعليم . وترى العين السحرية كل ماتستطيع عين الإنسان أن تراه وأكثر ولا يعتريها التعب وتقرب مابين المصنع الأوتوماتيكى والإنسان الأوتوماتيكى ، ويحتمل كثيرا أنها تسبب تعطلا بين العمال .

وقد تحدث أعظم التغيرات نتيجة لصناعة المواد التى تقوم بدور أساسى فى حياة الكائنات الحية ، ولقد صنع الكثير من أهم الهرمونات الطبيعية كتلك التى تسيطر

على السلوك الجنسى . ومن المنتظر حدوث تغيرات جوهرية فى تكوين الإنسان وطبيعته .

وإن التنبؤات بآثار تطور صناعة اللدائن والمطاط الصناعى ، والبيوت الصناعية والإذاعة والسيارات والطائرات المنقضة ، والزراعة تحت تأثير ظروف كيميائية وطبيعية خاصة لابد أن تهيىء معلومات قيمة لتشريعات اجتماعية تتفق ومالها من أثر فى المستقبل .

ولقد نجح بعض هذه المخترعات فى نطاق ضيق، ومن الواجب قياسا على الماضى استخدامها على نطاق واسع فى مدى ستة وعشرين عاماً . إذ أن التنبؤ بآثارها حتى ولو كان تقريبيا يعد الإنسان لمواجهاتها ، ويساعده — قبل أن تخلق المبتكرات الجديدة مصالح جديدة — على الاحتفاظ بالتنظيم الاجتماعى والاستفادة من مبتكراته لأقصى حد .

٧٩

عرقلة التقدم العلمى

وحتى عام ١٨٥٠ كان يموت فى لندن ٧٤ ٪ من الأطفال قبل أن يصلوا إلى سن الخامسة ، وانخفضت هذه النسبة عام ١٩٢٩ إلى حوالى ١٢ ٪ . ونقص عدد الوفيات بالتيفود فى انجلترا من ٥٠٠٠ عام ١٩٠٠ إلى ٢٠٦ عام ١٩٢٧ . وكان يموت بالسل سنوياً فى انجلترا ٢٨٨٠ شخصا من ١٠٠٠٫٠٠٠ شخص فيما بين عامى ١٨٧١ ، ١٨٨٠ . ونزل هذا العدد إلى ٦٩٠ عام ١٩٣٧ . ونقص عدد الوفيات بالحمى القرمزية من ٧٢٠ فى كل ١٠٠٠٫٠٠٠ بين عامى ١٨٧١ ، ١٨٨٠ إلى ٩ عام ١٩٣٧ . ويقابل ذلك من الوفيات بالحصبة ٣٨٠ ، ٢٦ وبالسعال الديكى ٥١٠ ، ٤٣ . وفى عام ١٩٢٢ كان ٤٢٫٥ ٪ من المتوفين فى بريطانيا دون سن الخمسين ، فهبطت هذه النسبة إلى ٧ ٪ عام ١٩٣٧ . وفى السنوات العشرين بين عامى ١٩١١ ، ١٩٣١ زاد متوسط طول التلاميذ فى سن الثانية عشرة فى المدارس الأولية فى ليدز ٣ بوصات ، كما زاد متوسط وزنهم ١٠٫٩ أرطال ، وفى عام ١٩١٢ كان ٣٩٫٥ ٪ من التلاميذ فى المدارس الأولية فى لندن مصابين بأمراض جلدية . ولم يأت عام ١٩٣٧ حتى كان عدد المصابين ٢٫٦ ٪ .

وهذه التحسينات لم يسبق لها مثيل ، غير أنها تدعو إلى التساؤل عما كان يحدث قبل إجرائها ، ويعزى جانب كبير منها إلى غرس عادات النظافة فى نفوس المواطنين ، كما تعزى الأجسام القوية إلى حسن التغذية ، ويرجع الفضل فى ذلك غالبا إلى الأعمال التى قامت بها الحكومة وارتفاع الأجور ، ويعزى نجاح الشعب فى الحصول على نصيب من الزيادة العظيمة فى المنتجات التى صحبت تقدم الفنون الصناعية إلى

الضغط السياسى وانتشار المعرفة . ولقد حصل الشعب على كميات وفيرة من الصابون والطعام مما أدى إلى نتائج رائعة . ويرجع الفضل فى كل ذلك إلى البحوث العلمية التى قام بها ليبج وباستير وعلماء التغذية وآلاف من علماء الطب . ولم تكن نتيجة بحوثهم إلا توكيداً لما يقوله العقل من أنه إذا حسنت الأجور يصبح فى وسع العمال وأسرهم أن يحصلوا على طعام أجود وصابون أكثر ، وأن يتمتعوا بالهواء النقى والشمس الساطعة . وأن يكونوا أقوى أجساما وأصح أبدانا .

ولقد كان من أهم نتائج البحوث الطبية أن تزود المصلحون الاجتماعيون بالحجج الدامغة للدفاع عن دعوتهم الإصلاحية ، بل من الممكن أن نقول إن هذه الخدمة التى قدمها العلم أهم من الإضافات الجديدة التى أتى بها إلى المعرفة الطبية ، وما السبيل إلى تقرير أيهما أنفع للمجتمع : القوانين الصحية أم الإلمام بعلم البكتريا ؟ من المؤكد أن المعرفة الحديثة عن البكتريا والتغذية زادت كثيراً من ضرورة تحسين المساكن والطعام ، وشجعت العودة إلى نظام التغذية الذى كان يتبعه أحرار الإغريق القدماء . ولقد كانت نتائج البحوث الطبية عونا على التغلب على القوى التى تعترض طريق التقدم الاجتماعى . وهذا النزاع دليل على أن هذه القوى تقاوم دائما تطبيق المعرفة الطبية ، وأن هذه المعرفة لم تستخدم كما يجب فقد يرجع ذلك إلى تلك القوى .

ولقد وجد مثلا أنه إذا ما أعطى تلاميذ المدارس زبدا بدل السمن الاصطناعى وزيد مقدار مايعطى لهم من اللبن فإن عدد إصابات كسر العظام فى مباريات كرة القدم والحوادث يقل كثيرا . وتأخذ معالجة الكسور جزءا كبيرا من عمل المستشفيات، ولا ريب فى أن هذا الجزء من العمل ينقص إذا ما أكثر كل الناس من شرب اللبن وأكل الزبد .

وفى عام ١٩٣٧ كان المرضى بالدفتيريا فى إنجلترا وويلز ٦١ر٣٣٩ شخصا توفى منهم ٢٩٦٣ . ويقضى المريض نحو ستة أسابيع فى المستشفى ، وتتكلف الدولة من

جراء هـذا المرض ١٫٥٠٠٫٠٠٠ جنيـه سنوياً رغم أنه كان واضحا إمكان القضاء عليه . ولم تحدث أية إصابة بالدفتيريا فى السنين الخمس الماضية فى مدينة هاملتون ـ بمقاطعة أونتاريو ـ البالغ عدد سكانها ١٥٥٫٠٠٠ نسمة ، وذلك بفضل اتباع الطرق العلمية الحديثة . وفى مدينة نيويورك انخفض عدد الوفيات بهذا المرض من ٤٦٣ عام ١٩٢٩ إلى ٣٥ شخصا عام ١٩٣٦ نتيجة للتطعيم المضاد له . ومن الممكن القضاء فى الحال على كل الآلام والخسائر تقريبا الناشئة عن الدفتيريا بالتطعيم الواقى .

ويبلغ متوسط طول ووزن أبناء الأغنياء الإنجليز فى سن الحادية عشرة ٥٥٫٣٣ بوصة ، ٦٧٫٢٢ رطلا ويقل عنهم أبناء الطبقة العاملة ٣ بوصات ، ١٢ رطلا .

وتبلغ نسبة الوفيات بالسل بين أبناء الفقراء الذين تقل أعمارهم عن سنة أربعة أمثالها بين أبناء الأغنياء . وتبلغ نسبة الوفيات بالالتهاب الرئوى وأمراض الصدر بين أبناء الفقراء الذين تقل أعمارهم عن سنتين ستة أمثالها بين أبناء الأغنياء .

ويقول ميلانبي : « من المحتمل أن يأتى اليوم الذى لاتتسامح فيه البلاد وهى ترى أن عدد الوفيات بين الأطفال الذين تقل أعمارهم عن سنتين يرجع إلى مقدار ما يحصل عليه رب الأسرة من المال أسبوعيا » : ويذكر « أن علماء الطب يشكون من شدة تلكؤ الأفراد والسلطات العامة فى تطبيق كثير من المعلومات الطبية التى نتجت عن بحوثهم » ، ويقول إن ذلك يرجع أحيانا إلى جمود الحكومة ، وأحياناً إلى عدم الاهتمام بالأمور السياسية والاجتماعية ، وأحيانا إلى الكسل ، ولكنه « يرجع فى أغلب الأحيان إلى تلك القيود الاقتصادية التى تحرم الناس من الحصول على الوسائل الغذائية والصحية اللازمة لحفظ الصحة » ، وهناك قليل من الشك فى أن الدولة تستفيد إذا مازودت تلاميذ مدارسها باللبن وغيره من الأطعمة بدون مقابل إذ أن ما تجنيه نتيجة لجودة الصحة وهبوط عدد الإصابات بالأمراض سيفوق ما تنفقه على ذلك .

ولقد هبطت نسبة الوفيات بين الأطفال الذين تقل أعمارهم عن سنة فى إنجلترا فى الأربعين سنة الأخيرة من ١٦٥ فى الألف إلى ٥٣ فى الألف ، ولكن يقابل ذلك الآن فى نيوزيلند ٣١ فى الألف . وليس هناك من سبب قوى يحول دون هبوط النسبة فى إنجلترا إلى ما يقابلها فى نيوزيلند .. مما يؤدى إلى حفظ أرواح نحو ١٥ ألف طفل إنجليزى كل عام .

ومما يدعو إلى زيادة الاهتمام بهذه المسألة هبوط عدد السكان وهلاك الشباب فى الحرب ؛ فلقد نقص عدد الأطفال الإنجليز حتى سن الرابعة عشرة فى عام ١٩٣١ بنحو مليون عما كان عام ١٩٢١ . وزاد هذا النقص ٦٠٠٫٠٠٠ عام ١٩٣٧ ، وكان يصحب هذا طبعا زيادة عدد المسنين . فنى عام ١٩١١ كان عدد من تزيد سنهم على خمس وخمسين سنة ١١٥٨ شخصاً فى كل ١٠٠٫٠٠٠ وارتفع هذا العدد عام ١٩٣٥ إلى ١٨١٠ . وفى ذلك يقول ميلانبى « حقا أن الطبيعة لتقسو فى تهكمها إذ يقل عدد المواليد من الأطفال فى الوقت الذى تقوم فيه العلوم الطبية بتهيئة الظروف لسلامة ولادتهم وحفظهم فى صحة جيدة » .

ويقوم بإعالة الأفراد الذين تزيد سنهم على الستين ويزداد عددهم بسرعة أفراد تقل أعمارهم عن الخمسين ، ويتضاءل عددهم بسرعة أكثر . ويقول ميلانبى : « بالرغم من التقدم الكبير فى الإنتاج نتيجة لاستخدام الآلات والاكتشافات الزراعية فإنه — إذا بقيت الأنظمة الاقتصادية والاجتماعية الحالية — لا يمكن الاحتفاظ فى المستقبل بالمستوى الحالى للمعيشة إلا إذا بذلت الطبقات العاملة جهودا أشق وأطول » .

وعلى الرغم من الفوائد العظيمة التى تجنيها الأمة من البحوث الطبية فإن الحكومة البريطانية لا تنفق عليها إلا ١٩٥٫٠٠٠ جنيه سنويا عن طريق مجلس البحوث الطبية . ومن الجلى أن من بين العوامل الهامة التى تعرقل تقدم العلوم الطبية المعارضة فى ارتفاع الأجور وفى ما تنفقه الحكومة على الأطعمة المجانية وقلة ما تنفقه على البحوث .

والفرق شاسع بين الممكن والواقع فى العلوم الفنية . إذ لم تستطع ملايين الاكتشافات والاختراعات المسجلة فى الولايات المتحدة الفنية بمواردها الطبيعية القضاء على مشكلة ما يقرب من عشرة ملايين من العمال المتعطلين وعلى البؤس المخيم على الريف .

ولقد درس سترن الظروف التى عاقت سرعة إدخال التحسينات الفنية فى الولايات المتحدة وغيرها ، ويستشهد بملاحظة كلارك من أنه لم يحدث فى عهد الملكة اليزابث أن سجل أحد المخترعين تحسينا لاختراع سبق له تسجيله .

ولقد تأخر إنشاء الآلات البخارية ذات الضغط العالى عدة سنين لمعارضة جيمس وات وشركاته الذين يملكون حق اختراع الآلة البخارية ذات الضغط الخفيف . ولم تكن معارضة وات على غير أساس علمى فقد كان يعتبر أن الهندسة الميكانيكية لم تتقدم تقدما كافيا يجعل استخدام الآلات ذات الضغط العالى غير خطر وكان يخشى أن يؤدى ما يقع من حوادث خطيرة إلى سن تشريعات ضد استخدام الآلات البخارية بوجه عام . وكان يقدر قوة اعتراض المحافظين على المبتكرات الفنية ، ويعتقد أن السير البطىء بحذر يخدم التقدم الفنى أكثر من معالجة المسائل كلها فى وقت واحد ، وكان على علم بموقف ملاك الأراضى ويقول : « إن نظرتهم إلينا نحن الميكانيكيين الفقراء ليست بأحسن من نظرتهم للأرقاء الذين يعملون فى مزارعهم » . ولقد كان حذره هذا راجعا إلى طبعه الحزين الذى أوحى إليه بتعذر استقامة الأمور دائما .

بل لوحظت هذه النزعات التى أبداها بولتن ووات فى الشركات الصناعية الكبرى التى أتت بعد شركتهم . وذكر برانديز عام ١٩١٢ فى شهادته عن حقوق الاختراع فى أمريكا « أن المؤسسات الكبرى بطبيعة تكوينها غير تقدمية » ؛ فهى لا تقبل العمل بالطرق الحديثة . فمثلا شركات الغاز فى هذه البلاد لا تعرف شيئاً عن الضوء الكهربى ، وشركة التلغراف ، والاتحاد الغربى يتجاهلان التليفون ، كما أن شركة التليفون وشركة التلغراف لا تدريان شيئاً عن اللاسلكى . فلو كانت هذه الشركات تعمل بنفس الروح التقدمية التى يعمل بها الأمريكيون لقالت فى الحال :

« يجب علينا أن نسير إلى الأمام وننهض بعملنا » ، ولكنها رفضت كل تحسين . وكان لابد من رءوس أموال جديدة لكى ترقى هذه الاختراعات العظيمة التى تحدث تغييرا جوهريا فى الصناعة .

ولقد كان اتحاد شركات الصلب بالولايات المتحدة محافظا للغاية فتجاهل ورفض استخدام اختراع جراى وطريقة نيتس فى صنع صفائح الصلب بعملية مستمرة ، وطريقة جايلى فى تزويد الأفران بشفاط جاف للدخنة ، وطريقة صب السبائك من غير قوالب .

وتميل الشركات فى أوقات الرخاء إلى استثمار الأموال الطائلة فى المصانع التى تنشئها لإنتاج ما يسد حاجة الناس . فإذا ماكسدت الحال وأصبحت الطلبات لا تكفى لتشغيل تلك المصانع ، فإنها ترى أن ليس هناك ما يدعو إلى تجديد مصانعها باستعمال ما جد من المخترعات التى ظهرت فى معاملها للبحوث فى فترة الكساد . وبذلك قد يتجمع لدى الشركات الكثير من المخترعات التى لا تستخدمها فى الصناعة ، وتصبح المصانع فى البلد الذى تظهر فيه الاختراعات الجديدة غير متمشية مع العصر بينما البلاد المتأخرة التى لم تجدد مصانعها لتساير العصر إبان فترة الرخاء قد تستخدم هذه المخترعات قبلها .

ولقد استخدم فى انجلترا الكابل ذو المقطع الغير الدائرى الذى ينقل مئات الرسائل فى وقت واحد على نطاق أوسع مما فى أمريكا التى نشأ فيها ، وذلك لأن الأجهزة فى إنجلترا كانت أقدم ومن ثم كانت النفقات التى تنتج عن نبذها أقل مما فى البلد الذى أدخل تحسينات عليها من عهد قريب نسبيا ، فكانت بذلك حديثة إلا أنه سرعان ما ظهرت مبتكرات تحل محلها .

ولم يكن أثر التركيز العظيم للبحوث فى المواصلات الكهربية — الذى سبق وصفه — مقصورا على تقدم المعرفة ؛ فشركة بل كانت فى عام ١٩٣٤ تملك وتهيمن على ٩٣٤ اختراعا لم يكن مستعملا منها إلا ٤٢٢٥ اختراعا فقط . ولما سألتها لجنة

المواصلات الاتحادية عن سبب عدم استخدام ٥٠٠٩ من اختراعاتها قالت إن ٦٠٨ منها لم يكمل تحسينها . ويتوقف استخدام ٢٣٧ منها على نجاح مبتكرات أخرى وينتظر استخدام ٦٦٠ منها ولديها مبتكرات أفضل من ٢١٢٦ منها ، وليس هناك من ضرورة عامة لاستخدام ١٣٠٧ اختراعا . وقالت لجنة المواصلات الاتحادية : « إن قول صاحب الاختراع أو من بيده حق استخدامه بعدم وجود ضرورة عامة تحتم استخدامه ليس إلا إخفاء لهذا الاختراع أو قضاء عليه » .

أما الـ ٢١٢٦ اختراعا التى لم تستعمل لأن هناك ما هو أفضل منها ، فإن اللجنة تقول عنها : « ليس هذا إلا نوعا من القضاء على الاختراع أو إخفائه ابتغاء القضاء على المنافسة » . ولقد قضت شركة بل فى كل الأوقات على المنافسة فى التليفونات والتلغرافات بما حصلت عليه من حق اختراع أجهزة التليفونات والتلغرافات . وكان هذا يشمل أى نوع من أنواع الأجهزة الخاصة بها . وعلاوة على ذلك فإن شركة بل أضافت إلى حق اختراع التليفون وأجهزته الحق فى الحصول على براءة أى اختراع قد يفيد منافسيها . ولقد أدت هذه السياسة إلى حصولها على عدد كبير من براءات الاختراعات التى تحتوى على مبتكرات لا تحتاج إليها لأن لديها مبتكرات أفضل منها .

هذه أقوال تبين وجهة نظر فريق من الناس ، ومن العسير جداً الإدلاء برأى قاطع فى أن عدم استخدام أى اختراع ضار بالمصلحة العامة . وعلى أية حال فإن حق الاختراع ملك خاص فى أمريكا « وإن من حق المالك طبقا لحكم المحكمة العليا أن يستعمل ملكه أو لا يستعمله دون أن يسأل عن السبب » . وفى عام ١٩٣١ أصدرت المحكمة العليا حكما بأنه « إذا كان حق الاختراع ثابتا رسميا فإن لصاحبه بلا جدال أن يمنع بتاتاً صناعة أو بيع أو استخدام أى سلعة أحرز براءة ابتكارها خلال المدة الممنوحة له » .

وليس من السهل إجراء بحث صحيح فى أثر براءات الاختراع . ولقد ذكر سترن فى مقاله عن « القيود التى تفرض على استخدام المبتكرات » أن تقرير لجنة المواصلات الاتحادية المؤرخ فى فبراير عام ١٩٣٧ عن مخترعات شركة بل « لم يكن

معداً للنشر وأن ت . و . سلورى سكرتير اللجنة — الذى عزا هذه الحقيقة إلى اختصاص اللجنة المحدود — لم يسمح له بنقل بعض صفحات التقرير .

وكثيراً ما أكد كبار المخترعين أن الشركات استخدمت قدرتها المالية لشراء المبتكرات بثمن أقل من ثمنها الحقيق . وقال إديسون عام ١٩١٢ : « إن الرأسماليين استغلوا كثرة التأجيلات وضخامة النفقات التى تقتضيها الإجراءات فى المحاكم فعملوا على الحصول على الاختراعات بأثمان لا تشجع إطلاقا على القيام باختراعات قيمة ، وإن المخترع الآن شخص تابع للشركة وأجير عندها » . ولقد كتم الشقيقان أورفيل رايت ، ولبر رايت خبر نجاحهما فى حل مشكلة الطيران وأخفيا تفاصيل الموضوع خمس سنين . ويقال إنهما فعلا ذلك لاعتقادهما أنهما لا يستطيعان الدفاع عن حقهما فى الاختراع بأقل من ٢٠٠٫٠٠٠ دولار إذا ما ذاع خبره .

ويقول سترن : « يبدو أن حقوق الملكية الخاصة ، ومن ثم حقوق الاختراع تقدم بشكل ظاهر على مصالح المجتمع ومستلزمات التقدم الفنى » .

ويعنى كثير من البحوث الصناعية بالكشف عن الطرق التى يمكن بها تجنب اختراعات المنافسين . وتبحث الشركات الكبرى عن المبتكرات التى تربك منافسيها ، وإذا كانت هذه المبتكرات لدى شركات صغيرة فإنها تساعدها على الصمود أمام الشركات المنافسة لها وتنظمها على هيئة عصابات فى الحرب التجارية وسلاحها حقوق الاختراع .

ويصف إديسون كيف اخترع بدالة مبنية على اكتشافه أن الطباشير الرطب يصبح زلقا بإمرار تيار كهربى فيه . ويقول إن اختراعه هذا كان برجاء من جاى جولد ليستطيع رجال المال أن يحملوا فى البورصة على شركة الاتحاد الغربى التى كانت محتكرة كل حقوق اختراعات بادج وكانت تضم كل أنواع البدالة الكهرو مغنطيسية .

ولقد أثبتت المبتكرات التى عملت استجابة لمثل تلك الرغبات أهميتها للعلم ؛

لجهاز بود بيلناك للتقطير الجزئى الذى خلق مستوى عالياً جدا للدقة فى بعض فروع الكيمياء، وكان عونا لا غنى عنه فى الانتصارات العظيمة الكثيرة التى حصل عليها الإنسان فى صنع مواد هامة من الوجهة البيولوجية ،كان من الاختراعات التى عملت بمناسبة المنازعات من أجل براءات الاختراع .

ويشترط ٥٠ ./. من الشركات على العلماء الذين تستخدمهم أن يكون لها حقوق الاختراعات التى يعملونها إبان مدة خدمتهم لها : فمثلا فى عام ١٩٣٥ كانت شركة أنجرشل راند تطلب من موظفيها التوقيع على عقد ينص على ما يأتى : «لما كنت موظفاً بتلك الشركة لمدة ارتضتها الشركة وارتضيتها أنا نفسى ، فإنى أتعهد بأن أنقل إلى تلك الشركة وإلى خلفائها ومن تؤول إليهم حقوقى فى الاختراعات التى عملتها أو أفكر فيها ، أو التى قد أعملها أو أفكر فيها سواء بمفردى أو بالاشتراك مع غيرى إبان مدة خدمتى بتلك الشركة ، أو التى أعملها أثناء ساعات عملى بالشركة أو التى أنتفع فيها بأجهزتها أو تسهيلاتها أو بأى طريقة أو مادة أو سلعة أو تحسينات فى دائرة أعمال تلك الشركة » ويشترط العقد على المخترع أن يظهر اختراعه للشركة بمجرد ظهور فائدته عملياً . وزيادة على مايحويه العقد من نصوص كان للشركة تعليقات مطبوعة على نفس العقد فتقول يستحيل على الشركة من غير هذا الاتفاق أن توثق الصلة بين الموظفين الجدد وهؤلاء المهندسين الذين يتنازلون بانتظام عن حقوق اختراعاتهم للشركة . ومع أنها لاتعد بإعطاء مكافآت إضافية نظير هذه الاختراعات «فهى تقدر كل الخدمات الطيبة من أى نوع كانت، فتدخل تحسينات مناسبة فى الرواتب وغيرها » ولكن لما كان من الواضح أن الموظف إبان خدمته يستطيع أن يلم بما فى السجلات ويقف على كثير من المعلومات والبيانات السرية ، فمن الواجب عليه ألا يستخدمها بأية حال من الأحوال بعد انتهاء مدة خدمته .

وتهدف هذه التطورات إلى جعل تلك الشركات التى تسيطر فعلا على نوع من الصناعة المالك الوحيد لحقوق الاختراعات الخاصة بتلك الصناعة ، والمتصرف الوحيد فى كيفية استخدامها . ولما كان لهذه الشركات فى أمريكا ما للأفراد من

مركز قانونى وحقوق فإن هذا يعنى أنها غير مسئولة أمام المجتمع الأمريكى عن استخدام مالديها من المخترعات ، حتى ولو كانت هذه المخترعات تقوم بدور حيوى فى حياته ، فحقوقها ثابتة فيما لديها من اختراعات . ولا يحدد الخدمات التى يمكن أن تؤديها للشعب الأمريكى إلا إرادتها وحدها وتقديرها . وليس معنى هذا أبداً أن هذه الخدمات لا تؤدى على الوجه الصحيح ، وإنما معناه أن الشعب الأمريكى بما سنه من قوانين تخلى عن السيطرة على الأجهزة الحيوية فى حياته الاجتماعية .

ولما كانت الشركات والأفراد هم الذين يهيمنون فى الواقع على سياسة الابتكار الفنى فإن الفتور يعترى الجهود التى تبذل من أجل التقدم الفنى فى أيام الكساد فمثلا فى عام ١٩٣٢ هبطت صناعة الآلات فى أمريكا بمقدار ٧٤ ./. عما كانت عليه فى المدة بين ١٩١٩ ، ١٩٢٩ .

وتبين من الحوادث التى وقعت فى جارو فى انجلترا ما لذلك من أثر فى التطور الفنى للشركات التى تسعى وراء مصالحها الخاصة ، إذ حدث بعد الحرب الماضية أن شركات بناء السفن فى بريطانيا لم تعد تجد من الطلبات ما يكفى لتشغيل كل أحواضها . ولقد أدى هذا إلى شدة التنافس على تخفيض الأثمان ، وسرعان ما انضمت شركات كثيرة بعضها إلى بعض . وبمعاونة الحكومة ومصرف انجلترا وغيره من المصارف تكون اتحاد منها لشراء الأحواض حتى يمكن إغلاق بعضها فتستطيع الأحواض المفتوحة أن تحصل على أرباح مناسبة من هذه الصناعة . ونقصت قدرة الأحواض على الإنتاج بمقدار الثلث على الرغم من أنه كان ظاهراً لكثير من رجال السياسة أن حرباً بحرية كبرى وشيكة الوقوع . ولقد كان الأساس الذى سار عليه الاتحاد فى اختيار ما يغلقه من الأحواض درجة ما تعانيه من الصعوبات المالية . ولقد نتج عن ذلك أن بعض الأحواض المزودة بخير المعدات فى انجلترا ومنها حوض بالمر فى جارو جردت من أمتعتها ؛ فحاول رجل يدعى مستر سولت أن يشترى قطعة الأرض الخالية لينشئ عليها مصنعا كبيراً لصناعة الصلب بطرق حديثة ، ولكن الشركات المجاورة عارضت فى ذلك بشدة ؛ إذ رأت أن المصنع

الجديد قد يبيع منتجاته بثمن أرخص مما تبيع مصانعها التى تسير على طرق قديمة فى الإنتاج . واستطاعة هذه الشركات بواسطة اتحاد صناعة الحديد والصلب وصلتها بمصرف إنجلترا أن تجعل من المستحيل عليه جمع رأس المال اللازم لمشروعه . وكان فى وسعها فى الواقع أيضاً بفضل الصلات التى بين اتحاد صناعة الحديد والصلب فى إنجلترا ورابطة صناع الصلب فى أوربا وما للاتحاد من حق منحته إياه الحكومة فى تحديد الأثمان أن تمنعه من بيع منتجاته إذا ما نجح فى صنعها ، وقد ترغم شركة سولت ـ لمصلحة الشركات القديمة ـ على دفع غرامة مساوية فى الواقع لما تحصل عليه من وفر نتيجة استخدام معدات حديثة . وبذلك قضى على مشروع إنشاء مصنع جديد عظيم للصلب فى جارو . إلا أنه قد تسمح أخيراً بإنشاء مصنع أصغر منه بكثير ويقول أحد الكتاب فى صحيفة نيوستا تسمان : « إن أثر هذه السياسة فى إضعاف مركز بريطانيا العظمى فى الحرب والسلم كان واضحاً للغاية . وعلى أية حال يمكن القول بأن الرأسمالية فى القرن التاسع عشر شجعت زيادة الإنتاج واستخدمت المبتكرات الفنية الجديدة بكل ما وسعها من جهد ولو أنها كانت قاسية القلب فى عدم المبالاة بما يترتب على تصرفاتها من نتائج اجتماعية . ولكن هذه الرأسمالية الجديدة عدو للتقدم الفنى ؛ إذ أنها ترضى بالأسواق المحدودة ، ثم تعمل على فرض نفسها وبوسائلها ومعداتها البالية ليندر الإنتاج مما يمكنها من الحصول على أرباح يستولى عليها قلة قليلة من رجال الصناعة والمال ».

ولقد كان لسياسة اتحاد صناعة الحديد والصلب أثر بعيد الغور فى الصناعة فى مدينة جارو ، فقد أصبح تقريبا كل العمال متعطلين مع أن بها عدداً كبيراً جداً من العمال ذو المهارة العظيمة . وكانوا لايجدون عملا إلا إذا هاجروا هم وأسرهم إلى بلد آخر ، وكان ذلك أمراً عسيراً يقتضى وقتاً طويلا .

ويقال إن أحد رجال المصارف وصف مرة الاختراع بأنه الشىء الذى يسلب ماالديه من ضمانات . وفى عام ١٩٢٧ قال س . ف . كترنج مدير بحوث شركة جنرال موتورز : « إن أصحاب المصارف يعتبرون البحوث مصدراً لأعظم خطر

يهددهم ، وشيئاً يجعل الأعمال المصرفية محفوفة بالأخطار ، وذلك لما تحدثه من التغيرات الحديثة في الصناعة . ولما حاولت صناعة المعادن في أمريكا أن تعوض ما خسرته إبان فترة الكساد بإدخال صناعة المنازل في المصانع ثم إقامتها بعد ذلك في الأماكن المعدة لها قامت المصارف تعارضها في ذلك بشدة لأن ٥٨ ./. من قيمة الأراضي في المدن في أمريكا عام ١٩٣٣ كانت مرهونة لها . وكان رجال المصارف وغيرهم من ذوي الأملاك يخشون أن يؤدي صنع بيوت رخيصة إلى تخفيض قيمة المباني الموجودة .

وهناك مؤثرات وتقاليد اجتماعية أخرى تعرقل تقدم العلوم والفنون ، ففي إنجلترا يوافق كثير من المواطنين على المبالغ الضئيلة التي تنفق على البحوث العلمية وذلك للحاجة إلى الكفايات العلمية ، ولكنهم يعتبرون أي زيادة في الإنفاق على علماء من المرتبتين الثانية والثالثة تضييعا للمال لأن علماء المرتبة الأولى سبق أن أخذوا ما يكفيهم . وهناك أمثلة لعلماء في الصناعة من إنجلترا نجحوا نجاحاً باهراً في أمريكا وكان نجاحهم بسيطا في إنجلترا . ويعزى ذلك إلى أن الإعانات والأجهزة المخصصة للبحوث في أمريكا أكثر بكثير مما في إنجلترا . ولم يكن في استطاعة بعض هؤلاء العلماء الوصول إلى اكتشافات عظيمة لضآلة مالديهم من الوسائل . إلا أن هذا ليس دليلا على أنه لم يكن في وسعهم اكتشاف حقائق عظيمة حتى تهيأت لهم الوسائل الكافية وقد يتوقف النجاح في البحوث في هذه الأيام على القدرة على تنظيم المشتغلين بها كما يتوقف على القدرة الشخصية للعلماء مثل فاراداي الذي حل مسائل عويصة جداً بمجهوده الشخصي ومن غير مساعدة أي إنسان .

ويشك قليلا في أن نقص الوسائل الكافية يعطل كثيراً الكفايات العلمية من هذا الصنف . ولقد أحسن الألمان الاستفادة من القدرة على التنظيم في أعمال البحوث .

وتتجه الاتفاقات الخاصة بحقوق الاختراع بين الشركات التي تسود العالم نحو

تركيز كل بحوثها الهامة فى معامل تنشأ فى مملكة واحدة . وينتج عن ذلك نقل البحوث الصناعية الممتازة من الممالك الأخرى ، ولا يكون لدى أهل تلك البلاد فرصة لإجراء البحوث ولا يستطيعون الحصول على المعرفة والخبرة اللازمتين للقيام بأعمال مبتكرة فى الصناعة . وعلى هذه الممالك أن تدفع الرسوم الباهظة للانتفاع بالاختراعات الهامة التى تملكها الشركات العالمية ؛ إذ ليس لديها المعامل الهامة والكفايات لعمل مبتكرات جديدة تغنيها عنها ، ولا ينطبق هذا على الممالك الصغيرة الفقيرة . ويفضل بعض الممالك الغنية اتباع هذه السياسة لأن دفع رسوم استخدام المخترعات أسهل من العمل على اكتشافها ، وإن كانت السياسة الأخيرة أقل نفقة فى نهاية الأمر .

وكما أن الحرب تشجع تقدم العلوم فإنها تعوقه ؛ فقد دعت حاجات الحرب فى الزمن الماضى إلى دراسة الديناميكا للحاجة إلى البنادق ، وإلى دراسة الكيمياء للحاجة إلى البارود . وتقدم الجراحة مدين بالشئ الكثير إلى مقتضيات الحرب ومصائبها . وشجعت الأغراض الحربية فى الأزمنة الحديثة دراسة الديناميكا الهوائية . ويعزى التقدم العظيم فى صناعة المعادن إلى شدة الحاجة إلى سبائك أكثر صلابة لاستخدامها فى الدروع الحربية . ويمكن الاستشهاد بأمثلة أخرى لاتحصى إلا أنه يبدو محتملا أن الحرب الحديثة تعوق تقدم العلم أكثر مما تشجعه ؛ فمثلا فى عام ١٩١٤ — كما يقول ستيوارت — كانت سرعة الفائز بكأس شنيدر فى الطيران ٨٦٨ ميلا فى الساعة بزيادة ٤١ ميلا عما كانت عليه السنة السابقة . وفى سنة ١٩٢٠ بعد فترة استمرت فيها الحرب أربع سنوات لم تكن السرعة إلا ٧٫٨ ١٠ ميلا فى الساعة أى بزيادة مايقرب من ١٣٥ ميلا فى الساعة ، وبين عامى ١٩٢٦ و ١٩٣١ زادت السرعة مرة أخرى بمقدار ٩٤ ميلا فى الساعة فوصلت إلى ٣٤٠ ميلا فى الساعة . ومن ذلك يتبين أن سرعة الطيران كانت بعد الحرب أربعة أمثالها أيام الحرب . ومع ذلك بلغ ما أنفق على الطيران أيام الحرب ١٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠ من الجنيهات تقريباً ، بينما ما أنفق عليه بعد ذلك فى مدة تساوى مدة الحرب ٢٥٠٫٠٠٠٫٠٠٠ جنيه

تقريبا . وتنفق مبالغ طائلة سواء فى أيام السلم أم فى أيام الحرب على إنتاج أنواع معينة من الطائرات ، إلا أنه لا مراء فى أن البحوث الأساسية فى زمن السلم أكثر منها فى زمن الحرب ، وذلك لعدم الحاجة إلى الإنتاج الضخم ، مما يؤدى إلى زيادة سرعة التقدم .

ويتضح تقديم حاجة الحرب على حاجة السلم فى تطور صناعة الطائرات من قول هاندلى بادج إنه لم تبذل جهود جدية حتى عام ١٩٢٦ فى انجلترا لتصميم طائرات تفى بحاجة المدنيين . ومع أن توفير الراحة وقلة النفقات والسلامة أهم ما يؤدى إلى تحقيق تلك الحاجة فإنه لم يعن بها كثيراً ؛ إذ كان رجال الحرب لا يعنون إلا بالإنتاج ولا يبالون بالنفقات ، لأن الأمم فى زمن الحرب لا يهمها المال إذا ما تملكها الخوف .

ويعوق الطيران المدنى أيضاً نفقات المطارات المدنية . ولقد منع هذا إنشاء المطارات فى أماكن ملائمة فى المدن ، وقلل كثيراً من قيمة الانتقال بالطائرات وخاصة فى المسافات القصيرة .

ونظراً لتعقد البحوث الحديثة فقد أصبح تقدم العلوم أكثر تأثراً بالحرب . والتقدم فى هذه الأيام وليد مئات البحوث التى تجرى فى وقت واحد فى كل أنحاء العالم ، فإذا تعطلت المواصلات فإن هذا وحده يكفى لتعطيل هذا التقدم . وعلاوة على ذلك فإن الأجهزة والمعدات تزداد ضخامة ، وقد يتحتم تركها إذا ما استدعى للخدمة العسكرية بعض الفنيين الملمين بها . ولقد كان مثل هذا التعطيل لا يحدث إلا اضطرابا ضئيلا فى الزمن الماضى وقت أن كان من الممكن أن يقوم رجل أو رجلان فى مكان منعزل بإجراء التجارب الهامة بأجهزة بسيطة .

ويبدو أنه لم يعمل تحليل دقيق لأثر الحرب التى قامت فى عام ١٩١٤ إلى عام ١٩١٨ فى تعطيل التقدم العلمى ، إلا أن دراسة عاجلة لتاريخ استخدام الأشعة السينية فى تحليل تركيب البلورات تبين كيف أدى اشتغال و . ه ، و . ل . براج

فى المسائل الحربية إلى تعطيل تقدم هذا الموضوع . ولقد نشرا سلسلة من البحوث الرائعة للغاية بين عامى ١٩١٢ ، ١٩١٤ ولم يستأنفا بحوثهما الواسعة إلا فى عام ١٩٢١ تقريبا .

ولقد كان أهم عمل مبتكر فى تلك الأيام ما قام به لا نجمير فى أمريكا ، وكانت لا تزال بعيدة عن الحرب ، إذ استخدم الآراء الجديدة فى التركيب الذرى لشرح خواص الأغشية والسطوح .

ويعزى إلى الحرب التسويف الطويل فى الأخذ بنظرية النسبية ، وما كان لذلك من آثار معوقة فى تقدم الطبيعة النظرية خارج ألمانيا .

وهدأت محاولات رذرفورد فى تحطيم الذرة لاشتغاله ببحوث خاصة بالأعمال الحربية . وكان معمله عام ١٩١٤ مركزا لجهود علمية جبارة رائعة بفضل البحوث التى قام بها هو وبوهر وموزلى وغيرهم . فماذا كان فى وسع هـذا المعمل أن ينتج بين عامى ١٩١٤ ، ١٩١٩ لو لم يتعطل ولم يقتل موزلى فى غاليبولى عام ١٩١٥ ؟

إن القضاء على الكفايات الإنسانية فى الحرب شىء عادى ، إلا أنه لابد من ذكر وفاة موزلى لإدراك إحدى الوسائل التى تعرقل الحرب بها التقدم العلمى ، ولابد أن غيره من ذوى الكفايات المماثلة من أبناء الأمم الأخرى قد قضوا نحبهم كذلك.

والإصرار على تعليم رجال السياسة العـــلوم الكلاسيكية والأدبية عامل آخر من العوامل الخطيرة التى تعوق تقدم العلم ، فليس بين أعضاء البرلمان البريطانى البالغ عددهم ستمائة عالم من يشتغل بالبحوث . ولم يكن فى مجلس الوزراء البريطانى عام ١٩٣٩ من يهتم بالعلم اهتمامه بالسياسة ، فقـد كان الإنجليز أسوأ حالا فى تلك السنة عما كانوا عام ١٩١٨ وقت أن كان لورد بالفور الذى كان رئيسا سابقا للجمعية البريطانية لتقدم العلوم عضوا فى مجلس الوزراء ونجح فى إثارة الاهتمام بالعلوم .

ولقد أوذى العلم فى كل البلاد من جراء عدم رضاء السلطات عن الآراء السياسية للعلماء . وأعظم مثل حديث لذلك ما حدث فى ألمانيا التى طرد من جامعاتها ومعاملها للبحوث ، بعد تولية النازيين للحكم ، ألفان من العلماء من بينهم خمسمائة أستاذ فى علوم الحياة والكيمياء والطبيعة والرياضة .

والصعوبات التى كان يلاقيها العلماء الشبان فى انجلترا وفرنسا وأمريكا فى الحصول على الأستاذية — إذا ما كان لهم آراء سياسية مخالفة — أمر معروف تماماً . فعادة يلقى هؤلاء العلماء إعراضا عنهم من الجهات المسئولة إذا كانت بحوثهم العلمية ممتازة ، بحجة أن من الصعب العمل معهم .

ولقد طرد من الاتحاد السوفيتى بعض العلماء الذين لم ترض السلطات عن آرائهم ، وفى بعض الحالات حذفت الإشارة إلى بحوثهم التى تحتوى على نتائج ذائعة الصيت . إلا أنه يجب كذلك أن نذكر أن البحوث العلمية العظيمة التى أنشأها الاتحاد السوفيتى لا يزيد عمرها على خمسة عشر عاما ، وأنها أنشئت فى وقت كانت فيه البلاد محاطة بأعداء غلاظ القلوب لا يرحمون . وفى أثناء ذلك كانت السلطات فى الاتحاد السوفيتى تقوم أيضا بتعليم مبادئ العلوم لملايين الأفراد الأميين ، وتدريب آلاف من العلماء على إجراء البحوث ؛ علاوة على إنشاء الكثير من المعامل الجديدة المزودة بأحسن الأجهزة .

٨٠

العلوم والفنون وعدم الاتصال

فى عام ١٩٠٠ اكتشف بلانك أنه إذا افترض أن الإشعاع لاينبعث من المادة على صورة تيار متصل - بل يحدث على صورة دفعات متقطعة متساوية فى الكم - لأمكنه بذلك تفسير كثير من الظواهر الإشعاعية التى حيرت العقول. وكان ينظر إلى نظريته فى الكم على أنها مجرد وسيلة يستعين بها على حل بعض المسائل ولم يكن يرى أن التناقض الفلسفى الذى أثارته هذه النظرية أساسياً، وإنما كان يعتبر ذلك راجعاً إلى قصر إدراك الإنسان، ولو سما إدراك الإنسان لما كان ثمة تناقض.

ويرجع الفضل إلى بوهر فى الأخذ بخواص الكم كمميز أساسى للطبيعة. ولقد شرح فى كتابه عن فارادای الاعتبارات التى دفعته إلى عرض نظرية الكم للذرة عام ١٩١٣، ووصل إلى مانشستر بعد أن أثبت رذرفورد مباشرة أن الذرة عبارة عن نواة ثقيلة متناهية فى الصغر يحيط بها على أبعاد مختلفة إلكترونات تدور حولها، كما تدور الكواكب حول الشمس. ولقد كان هذا الاكتشاف هاما للغاية لأنه أظهر أن الذرة لايمكن تصورها ككتلة هلامية عديمة الشكل، وإنما كمجموعة من الجزئيات المتميزة التى يمكن معاملتها كنقط رياضية. وكان بوهر يشعر أن نظرية الذرة لرذرفورد قربت تحقيق حلم الفلاسفة القدماء بإرجاع تفسير قوانين الطبيعة إلى أعداد بحته. إلا أن البحث فى نظرية رذرفورد الجديدة أثبت أنها لاتتفق وقوانين نيوتن فى الميكانيكا، فإذا كانت الإلكترونات تدور حول النواة بطريقة تشبه تماماً دوران الكواكب حول الشمس فلا بد أنها تغير حركتها باستمرار وتبعث مقداراً متغيراً باستمرار من الإشعاع المتجمع، وفى الحقيقة يجب أن تكون

الذرات كذلك . وكان هذا يناقض تماماً الحقائق المعروفة عن الطبيعة . وإن بقاء المادة وثباتها لأهم مظاهرها . وكل ذرات الهيدروجين متشابهة ، ولابد أن تبقى كذلك فى كل المركبات وفى كل مكان فى العالم . ثم إن الإشعاعات المنبعثة من ذرات الهيدروجين محدودة جداً ، وليست متغيرة إلى ما لانهاية ، كما يجب أن تكون وفقاً لقوانين نيوتن . وتدل الحدود الدقيقة التى تتبعها الذرة فى سلوكها على أن هناك قوانين خاصة تحكم سير الأجزاء المكونة لها ، وبدون هذه القوانين تستحيل بعض الخواص كالصلابة . ولذلك أخذ بوهر فى البحث عن قانون يحدد سلوك أجزاء ذرة رذرفورد ، فوجده فى الصورة التى تخيلها بلانك عن كم الإشعاع ، وافترض أن أى تغير واضح فى حالة الذرة إن هو إلا عملية أولية تنتقل فيها الذرة من حالة إلى أخرى . فإذا كانت الذرة فى إحدى هذه الحالات فإنها لاتتغير أبداً ، ثم بين عدد هذه الحالات الممكنة حسب الكم الذى استخدمه بلانك وكان فى الواقع صغيراً جداً . وفسرت قلة الحالات ودوامها ثبات المادة .

ولقد سن بوهر بفرضه الأول الذى قام به عام ١٩١٣ قانون عدم التغير كأساس لعلم الطبيعة ، ثم قال إن قانون التغير المستمر الذى يقوم عليه علم الطبيعة عند نيوتن نتج عن دراسة خواص الأجسام التى يشبه حجمها حجم المشاهد . والتغيرات فى مثل هذه الأجسام عبارة عن جموع كثيرة جداً من تغيرات كمية صغيرة ، ولذلك تظهر أنها مستمرة ويمكن معاملتها كذلك لأغراض علمية . ولما أصبح من الممكن دراسة حركات جزئيات متناهية فى الصغر كالإلكترونات وجد أنها لاتتبع القوانين الناتجة عن دراسة الأجسام الصغيرة ، وليس هناك مايدعو إلى اتباعها .

ولذلك كان هناك قوانين التغير المتصل للأجسام الكبيرة وقوانين التغير المتقطع .

ولقد حصل الإنسان على الآراء الخاصة بالحركة المتصلة والمكان والزمان نتيجة لتجاربه البيولوجية ، ولكن لما اكتشف أن خواص الأجسام الدقيقة ليست دائمة ، وجد أنه لايستطيع وصف الظواهر الطبيعية وصفاً واضحاً إلا إذا أهمل

المتناهية فى الدقة، وأنه إذا أراد أن يتكلم بدقة تامة فلا بد أن يكون غامضاً بعض الشىء، فليس قانون عدم التحديد إلا تعبيراً عن هذا النقص الناشىء عن عدم ملاءمة الآراء الخاصة بالحركة المتصلة للظواهر المتقطعة.

وبينما كان بوهر عام ١٩١٣ يضع فرضه الخطير عن هذا التغير المتقطع كأساس لخواص المادة، كان علماء آخرون فى ميادين أخرى مختلفة تماما يعملون للوصول إلى ذلك الغرض. وفى ذلك الوقت كان ت. إ. هالم يجمع الملاحظات لإجراء بحث فى طبيعة الإنسان، وكان يعتقد أن الفرق الجوهرى بين حضارة العصور الوسطى وحضارة مابعد النهضة العلمية راجع إلى تغير موقف الإنسان؛ ففى العصور الوسطى كان الاعتقاد السائد أن الإنسان بطبيعته ميال إلى الشر، ولكن بعد النهضة العلمية كان الاعتقاد أنه خير. وفى العصور الوسطى كان الاعتقاد أن الخطيئة الأصلية حقيقة، ولكن لم تصبح كذلك بعد النهضة. ولذلك كانت العصور الوسطى تنشد الكمال فى غير الإنسان، بينما أصبح ينشد بعد النهضة فى الإنسان. وكان يصحب هذا التغير الاعتقاد فى إمكان الإنسان بلوغ الكمال، ومن ثم وجوب الاهتمام به. ولما كانت بذور الكمال مغروسة فى الإنسان، كان فى وسعه أن يحسن نفسه باستمرار بالعمل على تقدمها. ولقد ولد هذا الاعتقاد فى الإنسان فكرة التقدم المستمر، كما أنه جعل الطبيعة البشرية موضع الاهتمام، ولذلك كانت الموضوع الرئيسى فى الأدب والفن، فكتب الناس تراجم حياتهم واهتم الفن التصويرى بوصف صورة الإنسان وشخصيته.

ولقد حذا هالم حذو وبر فى الاعتقاد بأن زيادة الاهتمام بالإنسان والنفس كانت إحدى الدعائم التى قامت عليها الروح الرأسمالية، وكان يظن أن هذه الروح نشأت أولا، ونتجت عنها المظاهر الاقتصادية للمجتمع الرأسمالى.

ولما كانت العصور الوسطى لاتعنى بالإنسان فإن صورة الإنسان لم تكن موضوع مافيه من فنون. وكانت لاتنشد الكمال فى صورة الإنسان، وإنما فى الأشكال

الهندسية ، ويظهر هذا جلياً فى الفن البيزنطى . ولم تكن كثرة الزوايا فى الصور البيزنطية عيباً فى شكل الجسم البشرى لأن ذلك لم يكن غرضها الأساسى ، ذلك أن الفنانين البيزنطيين كانوا يهدفون إلى رسم أشكال هندسية جميلة مجردة ، ولم يستعملوا الخطوط التى تكون صـــورة الإنسان إلا كأساس للرسم ، وكانوا يعوجون تلك الخطوط التى يعتبرونها تافهة لأنها إنسانية ليكونوا زوايا ورسومات هندسية فيوحوا بأن الكمال للأشكال الهندسية لا للإنسان ، ويظهر هذا أيضاً فى فن النحت عند قدماء المصريين .

وقد اعتقد هلم دائماً أن الاهتمام بالفن المجرد الذى ظهر قبل عام ١٩١٤ كان دليلا على اضمحلال الفن الواقعى وما يصحبه من وجهة نظر أصحاب المذهب الإنسانى ، ويظن أنه صورة لشدة تحول المجتمع عن عقيدة إمكان الإنسان بلوغ الكمال على الدوام ، وللقضاء على المذهب الإنسانى الذى كان أهم مميز للتاريخ منذ قيام النهضة العلمية ، وسيخلفه عودة الاعتقاد فى حقيقة الخطيئة الأولى وفى الفرق المطلق بين الخير والشر ، وسيزول الرأى القائل بأن سلوك الناس جميعاً لا يختلف فى النوع وإنما فى الدرجة ، ويحل محله نظام آخر مبنى على القيم ، ولا بد أن تكون هذه القيم منفصلة ولن يكون هناك مكان للتحول .

ولقد تنبأ هلم بأن تجدد الاعتقاد فى الخطيئة الأصلية سيؤدى إلى تجدد عقيدة تصديق كل مايسمعه المجتمع من غير بحث ، حيث أن بذور الخطيئة الأولى المغروسة فى طبيعة الإنسان لا يمكن القضاء عليها بدون تأديب ، واستنتج أن استعمال القوة فى الأعمال الاجتماعية قد يكون مفيداً . وترجم كتاب سورل « آراء عن العنف » وشرحه وأصبح من أنصار رجال الحرب المتحمسين ، وقتل فى الحرب عام ١٩١٧ . وكان موسلينى يستمد أفكاره من سورل .

ولقد رأى هلم أن الفرق بين القيم المطلقة والمنفصلة هو الأساس الذى تقوم عليه فلسفته ، ولذلك عمد إلى إعادة الاعتقاد فى الانفصال الذى كان قد اعتراه الضعف

من جراء نظرية طبيعة الإنسان، والذى انتهى بفكرة التقدم ونظرية النشوء والارتقاء .
وأصبح الاعتقاد فى الاتصال لا شعوريا وقويا ، حتى إنه « إذا ما تعارضت أية
حقيقة مع هذا القانون فإنا نميل إلى إنكارها . وإنا نميل دائما إلى الاعتقاد بأن
الانفصال فى الطبيعة ليس إلا ظاهريا فقط ، وأن البحث الدقيق يكشف عن الاتصال
الكامن . ولكن الاتصال والانفصال لا غنى عنهما لمعرفة الحقيقة ، وكان لابد من
القضاء على الاعتقاد فى شمول قانون الاتصال ، والتعود على الثغرات والهوات فى الطبيعة .
ولا مناص من أن نعرف من جديد كيف تنظر إلى هوة من غير أن نرتجف !

وليس من العسير أن نرى أنه متى كانت لدينا طائفة من هذه القيم المطلقة
المنفصلة ، فإن الذين يعتقدون أن لديهم أعلى هذه القيم سيشعرون أنهم مضطرون إلى
تنظيم المجتمع بالقوة وفق هذه القيم . ولما كانوا يعتقدون فى حقيقة الخطيئة الأولى
فإنهم كذلك يعتقدون فى ضرورة التأديب . وسيحاولون تنظيم المجتمع فى طبقات
أو طوائف داخل حزب واحد بمعاونة رجال أشداء من الشرطة تحت إشراف من
يتمتعون بأعلى القيم . وسيخلقون مجتمعا يقوم فى نظر هلم على الدين ، بعكس أصحاب
نظرية طبيعة الإنسان ، ويشبه مجتمع العصور الوسطى وما فيه من الخطيئة الأولى
ومحاكم التفتيش بدلا من مجتمع ما بعد النهضة العلمية وما فيه من اعتقاد فى إمكان
الإنسان بلوغ الكمال ، وما ينتج عن ذلك من الحرية الفردية ونمو الشخصية التى
عبر عنهما روسو فى مؤلفاته .

وتتضمن آراء هلم خلاصة مبادئ الفاشية . ولو عاش بعد عام ١٩١٧ لكان
من المفيد أن نرى السياسة التى يتبعها إذ كان على علم بما فى آرائه من صعوبات ، وكان
لا يود أن يضيع نتائج العلوم الحديثة ، وكان يعلم أنها من عمل ما بعد عصر النهضة
العلمية ، ولذلك قال : « إن البحث فى سوء الطبيعة البشرية ليس إلا بعثاً لأفكار القرون
الوسطى . ولقد خلق العصر الذى ساد فيه الاعتقاد بالمذهب الإنسانى أمانة فى العلم
وإدراكا لحرية الفكر والعمل » .

فهل نجح فى الجمع بين العلم والآراء الخاصة بسوء الطبيعة البشرية ، أو هل نبذ الآراء عن سوء الطبيعة البشرية ؟ أو هل هجر العلم وأصبح فاشياً ؟

وربما كان له أكبر نصيب فى الفلسفة التى يرجع إليها بعض نظم الفاشية ، وكان يعلم أن العلوم الحديثة لا تتفق وهذه الفلسفة . ومات قبل أن يحل تلك المعضلة .

ولقد أكد بوهر فى نقده لسوء تفسير قانون عدم التحديد خطر استنباط نتائج من الانفصال . ويعتبر هذا القانون تقدما فى المعرفة الموضوعية ونصرا للفهم المبنى على العقل ، ولذلك فهو فى أساسه مضاد للغموض . ويقول إن قانون الانفصال يؤدى إلى زيادة المعرفة بخواص المادة ولو أن الإلمام يتطلب صفاء عظيما فى الذهن ، إلا أن القانون لا يتعارض مع الاتجاه العلمى العام الذى ظهر فى القرون الثلاثة الأخيرة . ويلاحظ اليوم أن بوهر ، وهو الملم بقانون الانفصال ومدلولاته أكثر من أى مفكر آخر هو رئيس جمعية حماية العلم والتعلم .

٨٢

الاهتمام الجديد بصلة العلم بالمجتمع

لقد كان العلم حتما مرتبطاً بالشئون الاجتماعية منذ ظهوره ، ولم تكن هذه الظاهرة بالشئ الجديد برغم مابدا من اهتمام جديد بها لاسيما فى السنين العشر الأخيرة .

وكان سبرات وغيره من مؤسسى الجمعية الملكية يعلمون أن نهوضهم بالبحوث العلمية كان استجابة لحركة عامة ظهرت منذ عهد إدوارد السادس على الأقل . ومع أنهم كانوا يقرون بأن باكون هو الموحى لهم بهذا النشاط فقد أدركوا أن باكون نفسه لم يفعل أكثر من التعبير عن حركة كانت قائمة من قبل .

ولما أنشئت الجمعية الملكية لم يكن عدد العلماء فيها سوى خمس عدد الأعضاء تقريباً ، وكانت بقية الأعضاء من ذوى المواهب العقلية والمعلومات العامة ، وكان من بينهم بعض رجال المهن والتجارة والسياسة الذين كان فى وسعهم مساعدة العلم بما لهم من نفوذ ، ولقد أثيرت اعتراضات على هذا الخليط من الأعضاء من مبدأ الأمر . واقترح نيوتن عام ١٦٧٤ « فصل كل الأعضاء غير النافعين » غير أنه لم تقم أية حركة جدية لتغيير العضوية فيما يقرب من قرنين من الزمان ، ثم حدث ذلك فى النصف الأخير من القرن التاسع عشر ، وكان بالجمعية ٦٦٢ عضوا عام ١٨٣٠ . ولكن لم ينشر إلا ١٠٦ من الأعضاء بحثاً واحداً فى مجلة الجمعية ، و ٤٤ أكثر من بحث واحد . ولم يكن هناك مايبرر انتخاب الأعضاء الباقين سوى رعايتهم للعلم . إلا أنه من عام ١٦٦٢ إلى ١٨٢٨ لم يتبرع واحد من هؤلاء بأى مبلغ كبير لهذا الغرض . ولم يكن أول عضو فعل ذلك من هؤلاء الأثرياء ، وإنما كان العالم

العظيم ولاستن، ويقول ليونز: «ومما هو جدير بالملاحظة إلى حد ما أن معظم الأعضاء انتخبوا لأنهم من أصحاب الثراء والنفوذ مما يؤهلهم ليكونوا حماة للعلم ولكن أحداً منهم لم يفكر في إعانة البحوث العلميه بأية صورة».

ولقد كانت هبة ولاستن دليلا على زيادة الاهتمام بالعلم مما أدى إلى توجيه كثير من النقد إلى خمول الجمعية الملكية. وظهر فى بداية القرن التاسع عشر نشاط جديد فى كل فروع المعرفة، ويقول ليونز: «إن الانقلاب الصناعى الذى كان مطرد التقدم من سنين مضت أدخل تعديلا جوهريا فى الصناعات الفنية. وكانت هناك عوامل مماثلة لها عميق الأثر فى كثير من المؤسسات العلمية والفنية، فعدلت الجمعية الملكية كذلك كثيراً من أرآئها القديمة، وكان عليها أن تفعل أكثر من ذلك بكثير فى السنين المقبلة»، واعترض على نظام الجمعية العتيق الخامل كثير من أعضائها الذين كانوا يدركون أهمية الدور الذى يجب أن يقوم به العلم فى النهوض بإعادة التنظيم الصناعى الذى كان قد بدأ من قبل، وكانوا يعتقدون أن من الواجب أن يكون للعلماء من أعضاء الجمعية إشراف أكبر على إدارتها فقام «لبوك» أمين الصندوق، وكان أحد أصحاب المصارف، بإعادة تنظيم مالية الجمعية، واقترح و.ر. جروف وهو قاض فاضل ومخترع الخلية المعروفة باسمه تحديد عدد الأعضاء الذين ينتخبون سنويا بخمسة عشر عضواً ويكونون ممن لهم مؤهلات علمية مناسبة. ولقد نفذ هذا الاقتراح عام ١٨٤٧، ويعتبر من أهم ماحدث فى الجمعية منذ تأسيسها عام ١٦٦٠، إذ تحولت به الجمعية من جماعة كبيرة من رجال محبين للعلم، بينهم قليل من علماء البحوث، إلى جماعة من المتخصصين المنتخبين بدقة. وكان هذا من النتائج التى سرت إلى الشئون العلمية من تقسيم العمل والتخصص اللذين امتاز بهما التطور الصناعى والاجتماعى فى ذلك العصر. وظل عدد من ينتخب من الأعضاء (بين ١٨٤٨، ١٩٣٠) لايتعدى ١٥ عضواً على الرغم من الزيادة الهائلة فى عدد المرشحين نظرا لاتساع البحوث وزيادة عدد الأعضاء فى تلك الفترة.

وفى القرن العشرين أصبح التنافس على عضوية الجمعية شديداً للغاية مما أدى إلى

زيادة الميل إلى التخصص ، لأن الفوز فى الانتخاب كان سهلا أمام أولئك الذين حصروا بحوثهم فى ميدان ضيق ، ونتج عن ذلك أن أصبحت الجمعية عبارة عن جماعة من المتعمقين فى التخصص . وأخذ اهتمام أعضائها يبتعد شيئاً فشيئاً عن نواحى العلم الأكثر اتساعا ، وسرعان ما أصبح العلماء يستنكرون الاهتمام بتلك النواحى ويعتبرونه دليلا على عدم صلاحية المرشحين من الشبان . وكانت التقاليد الجديدة التى نتجت عن التغيير الذى حدث عام ١٨٤٧ تختلف عن تقاليد مؤسسى الجمعية الذين كانوا رجال أعمال علاوة على اشتغاله بالعلم . وبسبب هذه التقاليد الجديدة قل اهتمام الجمعية فى بداية القرن العشرين بعلاقة العلم بالمجتمع قلة لم يشهدها أى عصر مضى فى تاريخها .

ولذلك خرج إلى حد كبير الاهتمام فى انجلترا بعلاقة العلم بالمجتمع من يد العلماء المتخصصين إلى رجال بعيدين عن هيئاتهم . وأعظم من درس هذه العلاقة من الإنجليز هـ . ج . ولز ، ولم يحصل أبدا على عضوية الجمعية الملكية . وهذا مثال رائع لتغير تقاليدها ، فلو كان ولز قد عاش فى النصف الثانى من القرن السابع عشر ، لما تصورناه إلا من أبرز أعضائها . وإذا استطاع العلم الجديد أن يعبر عن نفسه على يد سبرات فماذا كان فى وسعه أن يفعل على يد ولز ؟ لقد بدأ بالنظر فى دلالة نتائج العلوم بالنظرة العلمية ، ووسع بخياله الاتجاهات السائدة فى زمانه (وكتب كل ذلك بلغة تثير الاهتمام) ، وألبس خيالاته ثوب الحقيقة . وأدرك قراؤه الكثيرون شيئاً عن إمكانيات العلم ، ولقد ابتكر أسلاف ولز فى عصور ما قبل التاريخ قصصاً خيالية عن السحر إلا أن أحداً لم يهدف إلى أن ينجح فى تثبيت تلك الخرافات فى الخواص الثابتة للمواد الطبيعية . وكان ولز أول من صبغ تلك القصص التى لا غنى عنها فى ترقية الفكر بصبغة علمية صحيحة . وتتجلى عظمة هذا العمل بعدد من حاولوا محاكاته وفشلوا .

وكانت الوسيلة الثابتة التى اتخذها للنهوض بدراسة علاقة العلم بالمجتمع الكتابة عن الاشتراكية والعلم . وكان شديد الاعتقاد فى التقدم فيقول : « وعلى العموم يكاد يطرد سير الأشياء إلى الأمام فى هذه الأيام ، وإن الجنس البشرى يعمل باستمرار

على تهذيب غريزة القسوة التى فطر عليها . ونظراً لحب الإنسان للخير، فإن عالماً جديداً سيجىء . وتصور العالم الجديد « أجمل من كل مارآه فى أحلامه، مملوءا بالحياة والشباب والقدرة على الابتكار » . وهو يرى « أن الفكرة الأساسية التى تقوم عليها الاشتراكية هى نفس الفكرة التى تسير عليها كل البحوث العلمية الحقيقية » . وأنها الدليل على سير الأشياء وفق نظام طبيعى ، ومن الممكن التكهن بها وتقديرها . ويؤمن بوجود هذا النظام وبإمكان معرفة الأشياء ، وبالقوة التى يستمدها الإنسان من تعاونه مع الغير للتغلب على الصعوبات . « وفى الوقت الذى تعمل فيه العلوم على جمع المعرفة ، تعمل الاشتراكية على نقد النظم الاجتماعية القائمة وتحسينها . فكل منها يسعى إلى إحلال النظام محـــل الاضطراب » .

ثم إن العلم والاشتراكية متفقان فى العمل على جعل الإنسان أقل أنانية وعزلة . ويعتقد أن الفرق الأساسى بين العلوم فى العصور الوسطى والعـــلوم فى العصر الحاضر يقوم على طابعها الجماعى ، إذ أن كل التجارب والاكتشافات التى تعمل فى هذه الأيام تذاع وتفسر . ويمكن القول بأن البحث العلمى يعد انتصاراً على الغريزة الطبيعية ، تلك الغريزة الدنيئة التى تجعل الإنسان محباً لإخفاء مالديه والتى تجعله يكتم عله عن غيره من الناس ليستعمله بخبث فى منفعته الذاتية » . ودعا للاشتراكية لأنها تطبق العلاقات الاجتماعية والاقتصادية « مايتطلبه العلم فى ميدان الفكر والمعرفة من الصراحة التامة والصدق وإخضاع الاعتبارات الشخصية للصالح العام » ، فإن أعداء العلم والاشتراكية « الأنانية والإخفاء والسعى وراء المنفعة الذاتية » .

ويريد ولز « سياسة إنشائية وتنظيماً كاملا شاملا لكل الشئون التى تهم المجتمع ويقول : « إن الطرق التى نتبعها فى صناعة الأشياء الكبيرة الضرورية ، وفى الحصول على الأطعمة وتوزيعها ، وفى إدارة الأعمال المختلفة ، وفى إنجاب الأطفال وتربيتهم ، وفى ترك الأمراض تتوالد وتنتشر ، كلها طرق مضطربة لانظام لها وفى غاية السوء ، حتى إننا نجد الشقاء الكثير فى جهة والإسراف الفاحش فى جهة أخرى ، ونجد الثراء والانحلال فى جهة والحرمان والتشرد فى جهة أخرى » . ولذا فهو لايريد الجهود الفرديه

المضطربة حيث يعمل كل فرد مايشاء، وإنما الجهود المنظمة والخطة المرسومة . «وعلينا ألا نتبع أساليب الغوغاء حيثما يجب النظام والدقة والوضوح» . ولكنه لا يريد أن تكون الخطة التى نرسمها مضللة . ويقول إن الاشتراكى لايرسم خطته كما يفعل المهندس المعمارى الذى يتناول حجارة وخشباً لاحياة فيها ، وإنما كالبستانى الذى يتناول أشياء حية وينظم حديقته كى تنمو الأزهار الجميلة وتبدو الممرات الواسعة فى صورة جذابة وتختفى الأعشاب والمناظر السيئة .

وفى الدولة الاشتراكية «تزول كل الأسباب التى تتذرع بها نقابات العمال فى العصر الحاضر للشكوى من العمل الإضافى والعمل بدون أجر» . وستختلف الصناعات الكبيرة كصناعات الفحم والحديد والقطن فى عدم تعطل عمالها وتحاشى الصعاب الاجتماعية التى تنتج فى هذه الأيام عن المخترعات الحديثة والطرق الاقتصادية ، وسيكون فى كل أنحاء العالم رقابة منظمة اقتصادية تعمل باستمرار على تقدير مايلزم من الحديد والفحم والأقمشة وغيرها وإعداده ، وبذلك تقضى على المضاربة . وإذا تعطل بعض العمال نتيجة المستحدثات الفنية ، فإنهم لايرسلون إلى جهات أخرى حيثما اتفق ، وإنما إلى مدارس فنية حيث يدربون على أعمال تناسب قدرتهم . «وفى الدولة الاشتراكية كل إنسان ـ رجل كان أو امرأة ـ مواطن واع ميال للعمل ومشبع بروح الخدمة ، وتصل البحوث العلمية إلى ذروة القوة والكفاية» . ولسنا فى حاجة إلى القول إن من المبادئ الأساسية للاشتراكية أن يقوم كل مواطن بدوره إذا كان لا غنى عن الحرب .

ويعتقد أن الاشتراكية يجب أن تقوم على دعائم ثلاث : أولاها وأهمها العملية العقلية التى تشمل فى أوسع معانيها دراسة كل العلوم والآداب والاختراعات ، وثانيتها الدعاية التى تعمل على غرس جميع المبادئ الاشتراكية فى نفوس الناس ، وثالثتها العمل على تغيير أجهزة الدولة لتسير نحو الاشتراكية المقبلة . ويجب أن يكون السير فى كل ذلك شيئاً فشيئاً عن طريق الاندساس بين رجال السياسة وصفوف العمال

والمحبين لخير الإنسانية . ويقول: « إن الاشتراكية عملية خلقية عقلية ، وأنها ليست حركة سياسية ولا يمكن أن تكون كذلك . وما أثرها فى عالم السياسة إلا أثراً ثانوياً وعرضياً » . والحركة الاشتراكية أعظم من المنظمات السياسية التى تحاول تحقيق أفكارها . ولقد كان هناك عداء طبيعى بين المفكرين والكتاب الذين يدعون لها ويعملون على نشرها ، وبين السياسيين الذى يسعون لتحقيقها . ويقول رجال السياسة إن الاشتراكية لاتتحقق إلا عن طريق السياسة ، ولكنه يقول إن الاشتراكية لايمكن أن تضيق حدودها حتى تدخل فى نطاق السياسة ، فالتقدم العلمى والتنظيم الطبي والتعليم والإنتاج الفنى والأدب كلها من مظاهر الاشتراكية ، وهى بعيدة كل البعد « عن كل مايمكن أن يسميه الإنسان سياسة إلا إذا أقحمنا على الألفاظ معانى ليست لها » . ولما كانت الاشتراكية شيئاً عقلياً وخلقيا « فإنها لاتسمح مطلقا بإنكار التفكير الشخصى والابتكار ، وهى لاتتطلب الإخلاص لزعيم وإنما لفكرة . ولايستطيع أى إنسان مهما كان تعلقه بالاشتراكية وتحمسه لها أن يكون فيها أكثر من باحث مدقق . والاشتراكية لاتخرج مطلقاً زعماء عظاماً ، ولا بد أن يقضى عليها إذا ماتزعمها زعيم عظيم أو كانت على هيئة حزب قوى التنظيم . وستكون بلا ريب فى المستقبل مصدر إلهام لكبار الزعماء والأحزاب ، ولكنها ستبقى دائماً أعظم من كل تلك الأشياء . وليست الاشتراكية حركة طبقة من طبقات المجتمع ، ولكنها حركة صادرة عن أفضل العناصر فى كل طبقة . وفى الظروف الحالية تستمد معظم قوتها الدافعة من حزب العمال .

دعا ولز إلى هذه الأفكار عام ١٩٠٨ وكانت خطته تقوم على الدراسة العلميه والأدبية أولا ، والدعاية ثانيا . ثم يأتى بعد ذلك العمل على تغيير الأوضاع للسير نحو الاشتراكية ونحو أحوال اجتماعية أفضل . ومع أنه يعتقد أن من الضرورى إلى حد ما تنظيم المجتمع كما ينظم الجيش ، إلا أنه لايقبل المبالغة فى تمجيد الزعماء ، ولا يود أن يكون رجال الفكر والمبتكرون خاضعين خضوعا تاماً للنظم التى تسود ذلك المجتمع المنظم . ويرى أن من الواجب أن يتقدم العلماء والمفكرون على

رجال السياسة . وبهذه الآراء يميل إلى أن يكون ناقدا ومربيا ، وأن يبتعد تماما عن كل عمل سياسى .

وكان دوره التالى ككاتب اجتماعى ، الكتابة فى التربية والتعليم . وأعظم عمل قام به فى هذا الميدان مؤلفه « مجمل التاريخ » الذى نشر عام ١٩١٩ . وكان أول تاريخ شامل وضع للقارئ العادى ، عنى فيه بإبراز أهمية أثر العلوم والفنون ، ولم يعز فيه التطور التاريخى كله إلى مطامع الأشخاص والأمم . وكان التاريخ الذى تقرؤه الطبقات العاملة ويدرس فى المدارس الأولية حتى ذلك الحين صورة مبسطة من التاريخ الذى كتبه العلماء بأسلوب أدبى رفيع . ولما قرأ الناس كتاب ولز وجدوا فيه نوعا جديدا من التاريخ لا يقتصر على أعمال رجال السياسة الذين لا صلة لهم بهم ، وإنما يتكلم عن الصناعة والحياة العصرية اللتين يألفونهما . وتهافت الناس وبخاصة مهرة الصناع على قراءته . وفى عام ١٩٢٠ قبل حلول الكساد الذى أعقب الحرب ، اشترى ستون عاملا فى مصنع واحد فى شفيلد نسخا منه بسعر الواحدة جنيهان ونصف جنيه .

وفى نفس السنة كان لينين ـ الذى تزعم عام ١٩١٧ الثورة الاشتراكية الناجحة ـ يعد خططا من النوع الذى دعا إليه ولز عام ١٩٠٨ لإعادة تنظيم الحياة الاجتماعية على أسس فنية قويمة . وألفت لجنة بإيحاء منه فى فبراير ١٩٢١ لوضع خطة دقيقة لكهربة البلاد الروسية ، واشتغل فيها نحو مائتين من العلماء والمهندسين . ولم يأت ديسمبر من تلك السنة حتى كان قد تم إعداد أول مسودة للمشروع ، وتعتبر أساس كل المشروعات التالية للنهوض بتلك البلاد . ولم يهدف هذا المشروع إلى إصلاح الأجهزة الكهربية وتكبيرها فحسب ، بل كذلك إلى وضع خطة دقيقة رسمية لزيادة الاقتصاد القومى على أساس الطرق الفنية الحديثة وكهربة البلاد . وكتب لينين عام ١٩٢٠ : «لقد وضعت مناقشة هذا المشروع فى برنامج المؤتمر السوفييتى كى نرسم من الوجهة الفنية الخطة الاقتصادية الوحيدة لإنعاش الاقتصاد القومى ، وما لم تصل روسيا إلى مستوى فنى يختلف ويعلو على مستواها الحالى فمن المحال إصلاح الاقتصاد القومى ،

وبدون كهربة البلاد يستحيل التقـــدم فى الصناعة . ويتم تنفيذ هذا المشروع المسمى بمشروع جويلرو فى مدى عشر سنوات أوخمس عشرة سنة . ويتطلب رأس مال جديد فى الصناعة قدره ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر١٧ روبل وإنتاجا يزيد بمقدار ١٨٠٪ إلى ٢٠٠٪ عما كان عليه عام ١٩١٣ . ويتضمن إنشاء محطات كبيرة للقوى فى المناطق المختلفة وشباك من الخطوط الكهربية ذات الفولت العالى ، حسن استخدام مصادر القوى والجذور النباتية التى تستعمل وقودا والفحم وغيرها . ولقد تم هذا المشروع فى عشر سنين تبعته مشروعات أعظم منه .

وفى عام ١٩٢١ زار ولز روسيا ، وتحدث إليه لينين بحماس عظيم عن مشروع كهربة البلاد وتطورها، ورجع إلى انجلترا ووصف لينين « بالحالم فى الكرملين » . ولما كان ولز قد وضع العمل السياسى فى المرتبة الثالثة من الأهمية بالنسبة للبحوث العقلية والدعاية لتحقيق الاشتراكية فإنه لم يستطع تقدير عمل لينين وزملائه الذين وضعوه فى المرتبة الأولى . وإن النجاح الذى أحرزه العمل السياسى فى روسيا الذى بدأ بوضع الخطط اللازمة لدعم الاقتصاد القوى على أسس فنية ليدل على وجوب إعطائه أهمية أكبر . واتفق ولز ولينن على أن الاشتراكية لا تستطيع أن تتحقق إلا بالجمع بين البحث والدعاية والعمل السياسى ، ولكنهما اختلفا فيما لكل من هذه الأسس من أهمية وأخذ ولز عقب الحرب يزيد شيئاً فشيئاً من أهمية البحث والدعاية بينما أخذت السلطات الناشئة فى روسيا تظهر بوضوح شديد أهمية العمل السياسى . ونتيجة لهذا التطور أخذ ولز يبتعد عن روسيا شيئاً فشيئاً وأصبح متشائماً .

وفى الوقت الذى كان فيه هذا التطور سائرا فى طريق التقدم كانت هناك حوادث أخرى كثيرة تعمل على تغيير نظرة الإنسان إلى علاقة العلم بالمجتمع .. فلقد كشفت حرب ١٩١٤ — ١٩١٨ عما فى الصناعات والنظم الحربية فى إنجلترا من نقائض . وسرعان ما استدعى العلماء للبحث فى تلافى هذه العيوب . ولم يعد من الممكن تجاهل الآثار التى تترتب على عدم استخدام الطرق العلمية الصحيحة . وقبل نهاية الحرب

أخذ رجال العلم ينظمون صفوفهم كى يحصلوا على مكانة أفضل للعلم والعلماء . ونشر عدد من أفذاذ العلماء الشبان مذكرة فى يناير ١٩١٨ قالوا فيها : «إن من أهم الأسباب التى تحول بين العلم وبين احتلاله المكانة اللائقة به فى الحياة القومية أن المشتغلين بالعلم ليس لهم من الأثر فى الحياة الصناعية والسياسية ما يتناسب مع أهميتهم ، وأنهم يعتقدون أن السبب فى ذلك يرجع إلى أن العلماء لم يكونوا من أنفسهم جماعة ، وهو شئ لابد منه فى مجتمع ديموقراطى حتى يكون لهم ذلك الأثر » .

ولا ريب فى أن هذا الاقتراح كان متأثراً بالاقتراحات الخاصة بالمنظمة العلمية التى انشئت عام ١٩١٧ وأدى إلى تكوين الاتحاد الأهلى للعلماء . وسرعان ما أنشئ له فرع فى كمبردج ، وعقد أول اجتماع عام له فى معمل كافندش برئاسة هوراس داروين ، وفيه ألقى ج . ج . طومسون خطابا . وعقد الاتحاد الذى كان يضم ٦٠٠ عضو أولى جلساته العامة فى لندن فى أكتوبر عام ١٩١٨ . وعين أ . ج . تشرتش سكرتيرا متفرغا للاتحاد ، ثم انتخب فيما بعد عضوا للبرلمان فاستطاع أن يثير اهتمام البرلمان بالمسائل العلمية . وبفضل جهوده التى كان يؤيدها الاتحاد زادت الإعانة التى تدفعها الحكومة للجامعات سنويا ، وأصبح لمدرس الجامعات حق الاتصال المباشر بالمالية وتحسنت شروط استخدام العلماء فى خدمة المستعمرات ، واختير تشرتش ليمثل الحكومة فى اللجنة البرلمانية لشرق إفريقيا عام ١٩٢٤ ، وعقد مؤتمرا للبحث فى الأفلام التعليمية والثقافية . . مما أدى إلى إنشاء المعهد البريطانى للأفلام .

ولما كان عدد أعضاء الاتحاد لا يزال صغيراً ، فقد عدل الاتحاد لائحته وقطع علاقته بمؤتمر الاتحادات الصناعية ، واتخذ له اسم « جمعية العلماء » ، وناشد العلماء بالانضمام إليه . فارتفع عدد الأعضاء إلى ١٫٥٠٠ فى عام ١٩٢٧ إلا أنه هبط إلى ٩٢٢ فى عام ١٩٢٩ . ومع أن الجمعية كانت مهددة بالإفلاس عام ١٩٣٠ ، واعتزل تشرتش مركزه كسكرتير عام لها إذ أصبح سكرتيراً برلمانيا ، إلا أنها أسهمت كثيراً

فى الحركة التى قامت لتحويل مكتبة العلوم فى سوث كنسنجتن إلى مكتبة أهلية للعلوم، وكان فيها مجموعة كاملة من المطبوعات العلمية العالمية .

ولقد تبع الكساد الذى عم فى ١٩٣٢ استقالة ٢٢٦ عضوا آخرين ، وتطوع ب . و . هولمان بالقيام بأعمال سكرتارية الجمعية من ١٩٣٠ إلى ١٩٣٥ . وحلت الجمعية لجنتها البرلمانية بعد تكوين اللجنة العامة البرلمانية للعلوم .

وفى سنة ١٩٣٥ نقص عدد أعضاء الجمعية الكبار إلى ٦٩٥ ، ثم بعد ذلك بدأت الجمعية تنتعش ، ويرجع ذلك إلى عدة عوامل منها : تحسن الحالة الاقتصادية ، واستياء كثير من العلماء لاضطهاد زملائهم فى ألمانيا بعد تولية النازيين الحكم عام ١٩٣٣ . وفى عام ١٩٣١ تجدد الاهتمام بعلاقه العلم بالمجتمع وظهر جيل جديد من العلماء الذين تكونت أراؤهم فى السنوات التى أعقبت الحرب ، وكانوا يشعرون أكثر بكثير من جيل ماقبل الحرب بالحاجة إلى العمل المنظم لحماية مصالحهم . وفى عام ١٩٣٥ فحص نظام الجمعية بدقة ابتغاء إصلاحها ، ويعزى ذلك كثيرا إلى أثر هذا الجيل الجديد من العلماء . وأصبح و . ا. ووستر من كمبردج السكرتير الفخرى لها ، وانضم إليها كثير من العلماء المشتغلين بالبحوث وقل عدد الأعضاء المسنين ، وارتفع عدد الأعضاء الشبان حتى بلغوا ١٧٧ فى نهاية عام ١٩٣٥ .

وفى عام ١٩٣٨ عينت الجمعية السيدة ر . فرملن من علماء الطبيعة سكرتيرة منظمة ، وأخذ عدد الأعضاء يتزايد باطراد حتى وصل إلى ١٣١٩ فى عام ١٩٣٩ . وظهرت فروع قوية للجمعية فى جهات مختلفة وبخاصة كمبردج حيث عاون الجمعية عدد من العلماء الممتازين .

وكان أعضاء الجمعية يمدون البيانات اللازمة للجنة البرلمانية للعلوم . وكتب ج . د . برنال باسم الجمعية مذكرة عن البحوث اللازمة للجنة ، ورفعت إلى رئيس المجلس عام ١٩٣٧ . وكانوا أيضاً يمدون اللجنة بالاقتراحات الخاصة بتخفيض ضريبة الدخل على الأموال المخصصة للبحوث ولتحسين مكتبة إدارة البراءات الفنية . وفضلا

عن هذه الأعمال قامت الجمعية بتنظيم سلسلة من المحاضرات والمناقشات العامة فى مثل الموضوعات الآتية : استخدام العلوم ، ومسئولية العلماء ، وعلاقة العلم بالمجتمع . واقترحت إنشاء مجلس أهلى مستقل عن الإدارة الحكومية يتكون من ممثلين للعلماء والفنيين ليعمل على تحسين تنظيم الموارد العلمية فى المملكة وحسن الانتفاع بها .

وعلى الرغم من قلة أعضاء جمعية العلماء ، فإن لهذه الجمعية أثراً عظيماً مطرد الازدياد ، وذلك لما لأعضائها من واسع المعرفة فيما تخصصوا فيه من فروع العلم . ولا يمكن تجاهل جماعة صغيرة تعرف حقاً ماتتحدث عنه ولها أعمال مفيدة .

ولا ريب فى أن عدد الأعضاء الشبان سيزيد نظراً لتباين مصالح العلماء ، فهم يختلفون كثيراً فى موضوعاتهم وظروفهم ، وغالبا يكونون منطوين على أنفسهم ومتمسكين بالكثير من عادات التخصص والابتعاد عن الأعمال الاجتماعية .

وبينما كانت هذه السلسلة من التطورات سائرة فى طريق التقدم كانت هناك حركات أخرى مماثلة . فقد قام ر . ا . جريجورى محرر مجلة ناتشر ، والذى كان زميلا لولز إبان تلقيهما العلم على يد هكسلى ، وأخذ عن أستاذه فكرة عن علاقة العلم بالمجتمع أوسعَ مما كان معروفا فى الدوائر الأكاديمية العالية ـ ببذل كل ماوسعه من جهد لتشجيع دراسة إمكانيات العلم ، ونشر أن دراسة العلوم نوع من الدراسات الثقافية وبخاصة فى معاهد التربية والتعليم . وبين أن فيها ثقافة تشبه على الأقل فى توسيعها للمدارك وتهذيبها للأخلاق ، أى ثقافة يحصل عليها الإنسان من دراسة الآداب الإغريقية والرومانية علاوة على قيمتها المهنية .

ولقد نالت مجلة ناتشر مركزاً لايضارع فى عالم العلم إبان قيام جريجورى برياسة تحريرها . ويعزى ذلك إلى إدراكه علاقة العلم بالمجتمع وأهمية ذلك . وأصبحت مجلته أفضل مجلة من نوعها لأنه لم يسمح مطلقاً بأن يعامل العلم كشىء لاصلة له بما فى الحياة من شئون أخرى . وكان كثير من محررى المجلات العلمية يتوقون لمعرفة سبب نجاح ناتشر الذى يرجع فى الواقع ، إلى شجاعة المحرر وبراعته فى تشجيع البحوث التى تعنى بالعلاقات الاجتماعية .

وقامت حركة أخرى مضادة للتشاؤم الذى انتشر عقب الحرب ، ولقد عبر عن هذا التشاؤم الأسقف ريبون عام ١٩٢٧ فى خطاب دينى ألقاه فى ليدز إبان اجتماع الجمعية البريطانية لتقدم العلوم ، وكانت عظته مأخوذة من الإنجيل وهى « حقاً إن الإنسان يسير فى طريق لاطائل تحته، يجمع الأموال ولا يدرى من سيأخذها . والآن مولاى ما الذى أنتظره ؟ كل أملى فيك » ثم قال إننا بالرغم من هذا النصر المبين الذى أحرزه الإنسان على بيئته نشعر بقلق شديد على الإنسانية ، لأن الإنسان قليل السيطرة على نفسه . وبالرغم من تفوقه الجديد على الطبيعة فإن حاله فى الواقع لم يتحسن لأن تقدم موارده لم يؤد إلى تقدم حاله أو سعادته .

ولقد حق القول القديم على الإنسان المعاصر وما جمعه من ثروة نتيجة لاستعمال الوسائل الفنية « من الصعب أن يدخل ملكوت السموات أولئك الذين كثرت لديهم الأموال » ويتفق مع برجسن فى الرأى الذى ذكره فى محاضرته عن أسباب الحرب فى عام ١٩١٥ من أن جسم الإنسان ازداد ضخامة بينما ظلت روحه كما هى أو اضمحلت ، وأن الإنسان لايستطيع أن يشعر بالراحة إلا إذا أصلح هذا التفاوت بطريقة ما ، وسيظل عدو نفسه اللدود ، وستودى به مبتكراته المجيدة الحديثة إلى هلاك محقق تام . ولم يكن الخوف على مصير الإنسانية مقصوراً على رجال الدين المنعزلين فى الكنائس المسيحية ، وإنما كان منتشراً فى أماكن كثيرة ، وفشلت المواهب العقلية التى كانت تستطيع وحدها مقاومة هذا الخوف ، وسممت منبع الإيمان ، فلقد أحدثت كثرة النظريات العلمية الجديدة نوعاً من الشك ، وافتقد العالم الآراء الدينية فى أحوج الأوقات إليها .

وكان يظن أن روح التوجيه ضاعت فى زحمة الاكتشافات الجديدة . وتساءل عن عدد العلماء الذين يبحثون عن الكمال الخلقى والروحى ، وعما إذا كانوا يزدادون شعوراً بالحاجة إلى نوع من الفلسفة الخلقية ، فالم يكن هناك تقدم مماثل نحو السيادة الخلقية والروحية فهل يستطيع أن يحظى بشىء من الأمل فى إنقاذ الروح الإنسانية ؟ والروح لاتنمو إلا بسمو الذات ، « فيجب علينا تهيئة الوسائل التى

تمكن القيم الخلقية والروحية من تسيير دفة الأمور بدلا من تركنا الماديات تجر العالم نحو الدمار الذى نراه ماثلا أمام أعيننا ».

ولقد دعا هذا الخوف على مصير الإنسانية إلى اقتراح وقف تقدم العلوم إلى أجل معلوم . « وإننا بعد كل ما تم من المبتكرات نستطيع أن نحيا حياة سعيدة للغاية ، إذا وقف تقدم الطيران واللاسلكى والتلفزيون وما شابه ذلك عند هذا الحد ولو أن فى ذلك ما يحزن الذين يعملون فيها . وهل لى أن أجرؤ على القول — ولو أن فى ذلك مما يدعو إلى سخط بعض المستمعين لى — بأن مقدار السعادة التى يتمتع بها الإنسان خارج الميادين العلمية لا يمكن أن يقل إذا أغلقت معامل الطبيعة والكيمياء لمدة عشر سنين ، وتحولت الجهود المتواصلة والطاقة التى تبذل فيها إلى استعادة المحبة بين الناس ، وإيجاد الأساس الذى يقوم عليه التوازن فى الحياة بين القيم الروحية والقيم المادية . ولا شك أننا سنخسر الشىء الكثير نتيجة لوقف التقدم العلمى فى كل أنحاء العالم . وقد نضطر إلى فقدان أنواع جديدة من وسائل النعيم والراحة ، وعدم الحصول على وسائل جديدة لزيادة ثراء الأقلية على حساب الأكثرية ، وإلى عدم إشباع غريزة حب الاستطلاع إلى حين . إلا أن السعادة البشرية لا يضيرها حتما شىء من ذلك ».

وتهىء هذه العطلة الفرصة لغير العلماء (وهم ٩٩٪ من السكان) لاستيعاب المعرفة التى حصل عليها العلماء (وهم ١٪ من السكان) ، والفراغ للعلماء ليقرأ كل منهم مؤلفات غيره ، ويبحث على مهل عن تلك الحكمة التى هى أعظم من المعرفة ، وعن شىء آخر يختلف عنها . فإن إعادة تكوين الإنسان لأهم من المسائل التى يبحثها العلماء . وإنا فى هذا الزمن لفى مسيس الحاجة إلى الإيمان . . بالله ، والعلماء متعودون على نبذ الفروض عند ظهور حقائق جديدة ، ولقد أثبتت الحقائق الجديدة فى الحياة العصرية أن الخلاص من الهلاك الأبدى لا يمكن أن يكون فى

انتشار العلوم وتفوق التنظيم الفنى، وإنما فيما يقوم به الإنسان من أعمال تدل على التوبة والإيمان بالله .

وفى هذا الاجتماع الذى عقد فى ليدز ألقى هيسنبرج أولى محاضراته فى انجلترا فى قانون عدم التحديد الذى اكتشفه .

ولقد كان الأسقف ريبون فى الخامسة والأربعين من عمره .. تعلم فى مدرسة هارو ، وحصل على مجانية التفوق فى كلية باليول ، وتخرج فى أكسفورد بمرتبة الشرف الأولى فى العلوم الإغريقية والرومانية والفلسفة، ونال جوائز كثيرة. ولقد أثار خطابه القوى واستهجانه لشأن العلوم واقتراحاته لوقف البحوث العلماء جميعا ، فاعترضوا عليه وأخذوا يزيدون من اهتمامهم الجدى بعلاقات العلم بالمجتمع .

ثم كان الحافز الآخر الكبير لتطور النظرة إلى علاقة العلم بالمجتمع فى انجلترا .. راجعا إلى جماعة من العلماء الروسيين الذين حضروا المؤتمر الدولى لتاريخ العلم من لندن عام ١٩٣١ . ولقد وصل المندوبون الروسيون الثمانية بالطائرة قبل بدء المؤتمر دون أن يبلغوا القائمين بتنظيمه عن الزمن اللازم لقراءة بحوثهم ، ولذلك وجدوا أن الزمن المقرر لكل منهم عشر دقائق . ولما كان كل منهم قد أعد خطابا تستغرق تلاوته ما بين ساعة وثلاث ساعات قامت مشاورات سريعة فيما يجب عمله . وتقرر أن تزاد أيام المؤتمر نصف يوم يخصص كله للبحوث الروسية . وفى أثناء ذلك قررت البعثة وعلى رأسها بوخارين القيام بترجمة بحوثها وطبعها ونشرها فى مدى أسبوع قبل نهاية المؤتمر حتى يستطيع المؤتمرون فهمها جيداً ولا تذهب زيارتها سدى .

ونشط المترجمون وعمال المطبعة ، وبعد أسبوع بذلت فيه جهود عقلية لم يسبق لها مثيل فى أى سنارة، كانت تجارب الطبع معدة للجلسة المخصصة للعلماء الروسيين . وكان العلماء والفلاسفة يعملون وهم مشمرون عن سواعدهم ، والمترجمون المجدون

وعمال المطبعة يشتغلون بعد انتهاء وقت العمل العادى فى معظم الليالى . ولم يكن لهذا الحماس نظير من قبل .

وكان القائمون بتنظيم المؤتمر يأملون أن يتمكنوا من تهيئة فرصة ولو ضئيلة للبحث فى هـذا الموضوع . وكان أحد الأعضاء قد ذكر أن ليس للعلم فى مجلدات كمبردج الإثنتى عشرة للتاريخ الحديث ما يزيد على خمسين صفحة برغم ما قام به من أعمال غيرت العالم الحديث . ويسرهم لو استطاعوا دفع المدارس إلى أن تزيد من اهتمامها بالعلم وتاريخه ، وتقلل من اهتمامها بتاريخ الملوك والحكام . ولقد كان أعضاء المؤتمر يمثلون عشرين دولة . وكان الملمون منهم بتاريخ العلم قليلين ، وكانت الغالبية من الهواة والعلماء المسنين الذين اهتموا بتاريخ العلم بعد ما اعتزلوا العمل فيما تخصصوا فيه . وكان الأعضاء يتباحثون فى تاريخ العلم بطريقة غير جدية كأنه موضوع قليل الأهمية . ولقد ذهل هؤلاء الأعضاء لما رأوه من الروسيين الذين أخذوا يتباحثون فى تاريخ العلم كأنه موضوع لا يعلو عليه شئ فى أهميته . وهو فى الحق كذلك عندهم ، لأن البحوث العلمية والفنية فى روسيا قائمة على تاريخ العلوم والفنون . ونظم المندوبون الروسيون الثمانية كلماتهم فاختار كل منهم موضوعا يختلف عن موضوع غيره ، ولكنهم كانوا متفقين من قبل على ما يعارضونه من آراء الأعضاء الآخرين . فانتقدوا المذهب الميكانيكى القائل بأن جميع أعمال الكون ناشئة عن القوى الميكانيكية وبخاصة إذا صدر عن علماء متخصصين فى علم الحياة لهم بحوث ممتازة للغاية ، كما انتقدوا بشدة متناهية الآراء الفلسفية لعلماء يعجبون ببحوثهم العلمية كل الإعجاب .

وأذهلت كثيراً حماسة الروسيين وأهدافهم غالبية أعضاء المؤتمر . وأعد روبنستين خطابا طويلا عن الصناعة الكهربية فى روسيا ولكنه اعتبر خارجا عن أغراض المؤتمر ، إذ كان يتناول المستقبل بدلا من الماضى ، ولم يتعود المؤرخون البحث فى المستقبل كجزء من التاريخ . وكان بحث هسن فى « الأسس الاجتماعية والاقتصادية لقوانين نيوتن » خير ما ألقى فى المؤتمر ، وأتى فيه بأول مثل ملموس

لكيفية تفسير العلم كنتاج لحياة المجتمع واتجاهاته . وكان أسلافنا الذين أدركوا ما للعلم من أهمية اجتماعية مؤرخين أدباء غير ملمين بالعلم ، ولم يكن فى وسعهم أن يعرفوا عن يقين النقط التى لها أهمية من الناحية التاريخية فى النظريات العلمية لأنهم لم يكونوا واثقين أى الآراء العلمية ذات أهمية حقيقية ، فكانوا مستعدين لأن يقبلوا بكل خشوع آراء العلماء الذين لا يعنون مطلقا بالمسائل التاريخية ، ولا يعرفون إلا تاريخ التطور الداخلى للفرع الذى درسوه من العلم . وكان لعرض هسن لمدى اعتماد نيوتن على الأفكار التى انتشرت فى عصره أثر عميق فى بعض الشبان من أعضاء المؤتمر ، كما أنه أدى إلى تغيير دراسة تاريخ العلوم والقضاء على الآراء القديمة الخاصة بهذا الموضوع والتى كانت تعتبره منفصلا عن المجتمع . ومن ذلك الوقت أصبح لا يمكن كتابة تاريخ مقبول للعلوم من غير إمعان النظر فى اعتمادها على العوامل الاجتماعية » ، واسترعت قدرة هسن الفنية العظيمة فى تناول الأفكار العلمية انتباه العلماء الذين كانوا حتى ذلك الوقت يستهزئون بالدراسات التاريخية ، إذ كان يكتبها فى الغالب رجال لم يكونوا علماء باحثين .

ولم يجرؤ أحد من علمـاء تاريخ العلوم وهواته أن يعلق على البحوث الحماسية المنبهة للأذهان التى عرضها الروسيون على المؤتمر . وبعد فترة سكون قام دافيـــد جست ، وهو شاب فى العشرين من عمره يوجه نظر الأعضاء إلى أهمية آراء العلماء الروســـيين مؤكدا بصفة خاصة العنصر التاريخى فى كل آرائهم الفلسفية والعلمية ، ويقارنها بالآراء غير العلمية التى استخدمها بيرسن ورسل فى بحوثهما العلمية . ولم يستطع أحد غيره أن يزيد شيئاً . وتخرج جست عقب ذلك من جامعة كمبردج بمرتبة الشرف الأولى فى الفلسفة ، وقتل فى إسبانيا عام ١٩٣٨ وهو يحارب مع الفرقة الدولية دفاعاً عن الحكومة الجمهورية .

ومنذ أن أذيع بحث هسن نشرت كتب تبحث فى العلم على أساس علاقته بالمجتمع وعالج بعضها الموضوع بنجاح عظيم . وأدت الحركة التى قادها هسن ببحثه الرائع إلى

تغيير تاريخ العلم من موضوع تافه إلى موضوع خطير ، ودلت على أن المعرفة بتاريخ العلم ليست مسألة ذات أهمية أثرية فحسب ، بل مسألة جوهرية لحل المشاكل الاجتماعية المعاصرة التى نشأت نتيجة للنمو غير المنتظم فى مجتمع يقوم على الصناعة .

ولقد قوى كشف الأهمية الاجتماعية لتاريخ العلوم الاهتمام بعلاقة العلم بالمجتمع ثم حدث بعد ذلك بشهرين عام ١٩٣١ مازاد من ذلك الاهتمام الناشئ ، فقد قامت أزمة اقتصادية عقب الأزمة التى حدثت فى أمريكا عام ١٩٢٩ ، مما أدى إلى زيادة التعطل وتكوين الحكومة الأهلية . ويدل على جسامة الحوادث ذلك التغير الذى حدث فى مقدار رءوس الأموال الأمريكية والإنجليزية التى تستثمر فى الخارج . وطبقاً للمجلة الشهرية التى يصدرها مصرف ميد لاند كانت فيما بين ١٩٢٠ ، ١٩٢٩ كما يأتى

السنة	الولايات المتحدة بملايين الدولارات	انجلترا بملايين الجنيهات الاسترلينية	السنة	الولايات المتحدة بملايين الدولارات	انجلترا بملايين الجنيهات الاسترلينية
١٩٢٠	٤٩٧	٦٠	١٩٣٠	٩٠٨	١٠٩
١٩٢١	٦٢٣	١١٦	١٩٣١	٢٢٩	٤٦
١٩٢٢	٧٦٤	١٣٥	١٩٣٢	٣٢	٢٩
١٩٢٣	٤٢١	١٣٦	١٩٣٣	١٢	٣٨
١٩٢٤	٩٦٩	١٣٤	١٩٣٤	—	٤٣
١٩٢٥	١٠٧٦	٨٨	١٩٣٥	٤٨	٢١
١٩٢٦	١١٢٥	١١٢	١٩٣٦	٢٣	٢٦
١٩٢٧	١٢٣٧	١٣٩	١٩٣٧	٤٤	٣٢
١٩٢٨	١٢٥١	١٤٣	١٩٣٨	٣٥	٢٥
١٩٢٩	٦٧٣	٩٤	١٩٣٩	٢٠	١٧

(الشهور الستة الأولى)

وتدل هذه الأرقام على أن رءوس الأموال زاد استثمارها فى الخارج فى السنين التى تلت الحرب حتى عام ١٩٣١ بنفس الطرق التى كانت متبعة فى القرن

التاسع عشر وأوائل القرن العشرين مع فرق واحد هو أن الولايات المتحدة انتزعت الزعامة من إنجلترا . ثم حدثت فترة ركود غير عادية ، إذ اختل لجأة النظام الذى سار عليه العالم لأكثر من قرن فى الأمور المالية . لحتى عام ١٩٣١ كان احتياطى الولايات المتحدة من الذهب لايزيد سنوياً إلا بمعدل ٠٠٠ر٠٠٠ر٢٠٠ دولار تقريباً بسبب أموالها الكثيرة المستثمرة فى الخارج ، ولكن بعد ذلك ، وبخاصة فى فى السنوات الخمس التى تنتهى عام ١٩٣٨ كان احتياطى الذهب يزيد ٠٠٠ر٠٠٠ر٧٠٠ر٧ أو ٠٠٠ر٠٠٠ر٥٤٠ر١ دولار سنوياً . وكان مايأتى إليها من الخارج لايقل عن ٠٠٠ر٠٠٠ر٧ دولار، وكان ثلاثة أرباع هذا المبلغ عبارة عن أرباح الأموال الأمريكية فى الخارج ، وثمن الضمانات الأجنبية التى يشتريها الأجانب ، وفوائد القروض . وسرعان ما أصبحت أمريكا مستودعاً للأموال التى يمكن استخدامها فى أيام الرخاء لتعمير العالم وتقدمه . وفى الفترة بين عامى ١٩٣٢ ، ١٩٣٨ أخذت رءوس الأموال البريطانية التى تستثمر فى الخارج تقل حتى تساوى مالها وما تأخذه . وذكرت المجلة الشهرية لمصرف ميدلاند فى عدد يوليو ـ أغسطس عام ١٩٣٩ « أن الركود أصبح ظاهرا ولا تبشر الدلائل كثيراً بقرب انفراج الأزمة وعودة الأمور الدولية إلى مجاريها » . وكان من الممكن أن يتحسن مركز بريطانيا بالعمل تدريجياً على تحرير وسائل التجارة الدولية مما يساعدها على إعادة استثمار أموال جديدة فى الخارج ، وكان من الممكن ألا يتغير المركز من أساسه وبسرعة بالقضاء على الشك والتوتر السياسيين وإشاعة ظروف تبعث على الثقة بين أصحاب رءوس الأموال وعلى الإقدام بين أصحاب الأعمال ، إلا أن شيئاً من ذلك لم يتحقق .

ولقد أثار هذا الركود الذى بدأ عام ١٩٣١ وانتهى عام ١٩٣٩ عدة أسئلة جديدة عن قيمة التقدم الحديثة فى العلوم والفنون . وتساءل ا. إيونج فى خطاب الرياسة الذى ألقاه فى الجمعية البريطانية عام ١٩٣٩ عما إذا كانت الجمعية لا تزال تؤدى خدمات للمجتمع تدعوه لمعاونتها . وذكر أنه لما كان شاباً كان بعض كبار العلماء ممتلئين ثقة إذا ما قورنوا بالعلماء المعاصرين ، وأن الإعجاب بالعلماء أصبح

مشوباً بالنقد، وأن الشك حل محل الثقة ثم إن الشك انقلب إلى ذعر، وإن الناس فى حيرة كما لو كانوا قد ضلوا الطريق، وأصبح من المستحيل عليهم الرجوع، ولكن كيف السبيل إلى التقدم؟ قد يغتفر لعلماء الميكانيكا التطبيقية المسنين إذا قاموا يبدون ما يشعرون به من خيبة أمل وهم يشاهدون عن بعد السيل الجارف للاختراعات التى كانت فيما مضى موضع سرورهم البالغ. ومن المستحيل ألا يتساءلوا عن هذا الموكب العظيم، وقبل كل شىء عن هدفه وأثره المحتمل فى مستقبل الجنس البشرى.

ولقد هيأ المهندس للإنسان ثروة كبيرة وراحة عظمى، إلا أنه حمله كذلك نتيجة لمبتكراته كثيراً من الأثقال، وسبب له المآسى الشديدة. فالإنسان غير مهيء خلقياً لتلقى مثل هذه الخيرات الكثيرة، أو أن تطور الأخلاق يسير وئيداً، والإنسان لا يزال غير كفء لتحمل المسئوليات الجسام التى تقتضيها هذه النعم. ولقد أعطى الإنسان السيطرة على الطبيعة قبل معرفته كيف يسيطر على نفسه.

ولقد حرم الإنتاج الآلى الإنسان من نعمة كبرى، ألا وهى الحاجة إلى الكد، إذ قضى على لذة العمل اليدوى. ولما غمر البلاد بفيض من السلع المتنافسة حاولت كل بلد حماية صناعتها بفرض رسوم جمركية، وكل ذلك نتيجة لطغيان الآلات.

ويتساءل أيونج عن المكان الذى نجد فيه علاجا لتلك الحال، ثم يقول: «إنى لا أستطيع الإجابة عن ذلك».

وفى نفس الاجتماع عام ١٩٣٢ تكلم مهندس آخر يدعى مايلز ووكر، وكانت له وجهة نظر تختلف عن ذلك فقال: «لو استخدمت الفنون الحديثة بكفاية تامة لزاد ثراء الإنسان عشر مرات قدر ما هو عليه الآن، فإن غالبية أهل أوربا وأمريكا يفتقرون إلى أشياء كثيرة، ولم يعمل شىء مطلقاً للملايين العديدة من السكان فى الهند والصين».

ويعزو الفرق العظيم بين ما يمكن عمله وما عمل فعلا إلى عدم كفاية الحكام. فقلما تجد بينهم قديراً حقاً، فهم قوم قوالون غير فعالين، ولم يختبروا لمعرفة ما إذا كان فى وسعهم استنباط نتائج منطقية من قضايا معلومة. فهناك فرق عظيم بين العالم وما يسوده من اضطراب وارتباك، وبين المصانع الهندسية التى تدار بقدرة عظيمة. ويعتقد أن المهندسين — ويضم إليهم كل العلماء — لو ساهموا بنصيب أوفر فى إدارة العالم، فلابد أن ينهضوا به كثيراً، وتتطلب هذه الأزمة العالمية استدعاء المهندسين لإدارة العالم.

ويعزو ووكر ضخامة التعطل وبخاصة فى الولايات المتحدة حيث يكثر الطعام والمواد الخام ورأس المال، إلى الرغبة فى الربح المفرط غير الشرعى، وتباع الأشياء عادة بأثمان تبلغ ثلاثة أو أربعة أمثال قيمة تكاليف إنتاجها. فإذا كانت أثمان الأشياء تقوم على تكاليف الإنتاج الصحيحة المضبوطة، فإن الناس يصبحون قادرين على شرائها. وبذلك تزيد المنتجات ويزيد الإقبال على شرائها، وتزيد الثروة تبعاً لذلك.

ويقترح أن تنشئ الحكومة البريطانية مستعمرة تكفى نفسها بنفسها، يديرها على سبيل التجربة المهندسون والعلماء ورجال الاقتصاد لمعرفة مدى إمكانية مجتمع يتكون من مائة ألف شخص فى التحرر من قيود المدنية الحديثة وأخطائها بتطبيق خير وسائل الصناعة والتوزيع.

ويود ووكر أن تعمل الجمعية البريطانية على تطبيق الطرق الهندسية والعلمية فى المسائل الاجتماعية، إلا أن اقتراحاته رفضت بشدة لأنها تؤدى إلى الزج بالعلم والعلماء فى الأمور السياسية.

وألقى ف. و. هوبكنز خطاب الرياسة فى السنة التالية، وعارض تشاؤم إينج، وأيد الاقتراحات التى أعيد تقديمها بشأن وجوب اهتمام الجمعية بعلاقة العلم بالمجتمع.

ويقول : « يبدو أن العلوم والمخترعات لم تعمل خارج دائرة الحرب إلا القليل لزيادة الفرص التى تظهر الغرائز الإنسانية التى تتفق والعقل، وربما كان أسوأ ما تفعله أنها تعطى للأذكياء من الناس ذوى النفوس الجشعة العالم كله لينهبوه فى حدود القانون بعد أن كان لهم فى الماضى قطعة محدودة منه وحسب » ولم يكن فى وسعه أن يقول شيئاً قيماً للقضاء على الفقر المدقع بجوار الغنى الفاحش فى كل مكان . إلا أنه يؤكد أن فى صراع الإنسان مع المال خطراً يفوق الخطر الذى ينجم فى الحال وفى الاستقبال عن صراعه مع الآلات .

ولقد قرأ هوبكنز كتاب باكون « نيواتلانتس » ، ويعتقد أن المؤلف رسم خطة تنظيم « بيت سليمان » وقت أن كان مشبعاً بروح القاضى . ومع ذلك ففكرته فى وجوب تنظيم العلماء لمصلحة المجتمع قيمة للغاية .

ويرى هوبكنز أن إحلال الآلات محل الإنسان يبشر بزيادة أوقات الفراغ ، ولا يرى فى ذلك ضرراً . ويعتقد أن استخدام الآلات سيحتم بناء المجتمع على أسس جديدة ، وأن من الممكن قيام هذا البناء الجديد دون القيام بثورة تقلب النظم إذا كان هناك تنظيم حقيقى للمستقبل . وإذا نجت الحضارة مما يحيط بها من أخطار أخرى فإنه لايخشى سيطرة الآلات ويقول : « ويجب علينا جميعاً ألا ننسى الفرق بين الانتفاع بأوقات الفراغ الحقيقية الطويلة ، والانتفاع بأوقات الفراغ القصيرة جداً التى يصحبها التعب ، ولا فرق فى ذلك بين العمل الإجبارى والعمل الاختيارى » . ولقد دلت التجارب الحديثة على أن سكان بريطانيا ما خلا أقلية منهم قابلون للتعليم . ويقول : « كان معظمنا فى الماضى يخاف منح غالبية الناس أوقات فراغ ، ولكن لكى نعتقد أن فى ذلك فائدة اجتماعية عظمى علينا أن نعدل عقليتنا هذه » .

وبفضل نفوذ هوبكنز أخذت الجمعية تعنى بعلاقة العلم بالمجتمع ، فلم تكن تنظم مباحثات خاصة فى هذا الموضوع ، وإنما كانت تطلب إلى العلماء أن يعنوا بإظهار

علاقة موضوعاتهم بالمجتمع . ولقد أدى هذا إلى سلسلة من البحوث فى الفوائد الحقيقية والممكنة التى تعود على المجتمع من الاكتشافات والاختراعات الجديدة . وأدت المناقشات عن الضوضاء وموارد المياه الداخلية بسبب الجفاف الذى حدث عام ١٩٣٣ — ١٩٣٤ إلى تعيين لجان حكومية لبحث هذه المسائل . وطلب إلى عالم الاقتصاد جوسيا ستامب أن يبحث الموضوع ، وألقى محاضرة فى نفس الجلسة بعنوان « هل لابد أن يقضى العلم على التقدم الاقتصادى ؟ » وقال : « كان يشد أزر مبتكرات المائة سنة الماضية أربعة عوامل : شدة مرونة الطلب على السلع القديمة التى كانت تباع بأثمان قليلة ، وسرعة استعمال المبتكرات الجديدة التى كانت تستوعب كل العمال الذين تعطلوا بسبب إدخال الطرق الجديدة فى الصناعة ، وزيادة عدد السكان بسبب زيادة الإنتاج ، والممالك المتأخرة صناعيا وراء البحار التى كانت تشترى كثيراً من المنتجات الصناعية » .

ولقد قلت مرونة العامل الأول نتيجة لارتفاع مستوى المعيشة ، فالإنسان الذى يتناول طعاما جيداً لا يشترى ضعف ما تناوله لو انخفض الثمن ٥٠ ./ وكان العامل الثانى يعمـــل جاهدا على إدخال المبتكرات التى تتطلب وقتا طويلا لتمام فهمها وحسن استعمالها . وكان العامل الثالث عديم الأثر ، لأن ارتفاع مستوى المعيشة كان يلازمه ميل إلى الحد من تزايد السكان . أما العامل الرابع فعديم الأثر كذلك لأن الأمم المتأخرة فى ذلك الوقت أصبحت الآن منتجة .

ويقول ستامب إن من الممكن استنباط طريقة علمية لمعرفة إلى أى حد يمكن استخدام المخترعات العلمية مع تحقيق أكبر فائدة ، ولكنه لا يعتقد أن من الممكن العمل بها من غير أن تفسد اختيار المستهلك فى طلباته ، وأنها تتطلب فى العامل مستوى عال لفهم التنظيم الإجتماعى والحكمة السياسية . « وتتطلب فى ميدان العلاقات الدولية والتجارة الخارجية — وهو وحده الذى يستطيع أن يبين بجلاء أثر الاكتشاف العلمى — صفات يصعب كثيراً تحقيقها حتى الآن » .

ويعتقد أن على الحياة الاقتصادية فى هذا الجيل أن تدفع ثمنا باهظا للفوائد التى تعود عليها من الانتفاع بالعلم ما لم تكن هناك توجيهات كثيرة فى الناحية الاجتماعية والدولية. وليس معنى هذا أن تقوم الحكومة على أسس علمية أو على أى نظم مأخوذة عن الصناعة ، لأن القوانين التى تطبق فى العلوم الرياضية والكيمياء والطبيعة، أو حتى علم الحياة لا يمكن استخدامها لتنظيم مجتمع إنسانى . ويعتقد أن فى وسع العلماء أن يساهموا كثيراً فى بناء المجتمع بالبحث فى العلوم الاجتماعية ، وتكريس جزء كبير من جهودهم للعمل فى هذه الموضوعات وتنظيم البحوث فيها .

وكان هو بكنز فى ذلك الوقت رئيس الجمعية الملكية أيضاً . وفى خطابه الأخير الذى ألقاه فى الاحتفال الذى أقيم عام ١٩٣٣ تذكارا ليوم إنشاء الجمعية، تكلم عن الاهتمام المتزايد بعلاقة العلم بالمجتمع ، ومسئوليات العلماء نحو المجتمع . وقال : « إن العلم رفع من شأن الأمانة فى البحوث ، وأن البحوث التى قام بها دارون وهكسلى ساهمت فى ذلك كثيراً ، وأن العلم ثبت أكثر من أى عامل آخر الاعتقاد فى التقدم وقضى على فكرة سكون العالم وأتى بفكرة حركته المستمرة » .

والفرص التى تتاح لرجل العلم بصفته عالما كى يشترك فى الحياة العاملة قليلة . وهو لذلك يرى أن العالم يكون أنفع للمجتمع بمواصلته العمل الذى اختاره فى المكان المناسب ، ويستحيل عدم مشاركة هذا الرأى لأن الصفات الخاصة التى يجب توافرها فى رجل العلم تختلف عن الصفات التى يتحلى بها رجل السياسة أو الدين . ومع ذلك لابد من طريقة ما تقضى على الهوة بين وجهات نظر رجال العلم ورجال السياسة . وإنه لمطلب عدل أن يكون لرجل العلم فى حضارة تقوم إلى حد كبير على العلم ، أثر فى السياسة أكبر مما له حتى الآن . ويعتقد هوبكنز أن الهوة كانت واسعة فى الماضى غير البعيد ولكنها تضيق الآن .

ولقد أدركت الآن الهيئات العلمية العليا ما للعلاقة العلم بالمجتمع من أهمية عاجلة ، فنظمت الجمعية البريطانية مناقشة تحت رياسة والتر إليوت وزير الزراعة وقتئذ ،

فى موضوع الطعام والزراعة ، ونشر جون أور نتائج بحوثه فى غذاء الشعب ، وبين أن نصف الشعب البريطانى يعانى بعض الشئ من سوء التغذية ، وأوحت بحوثه إلى الحكومة بأن توزع اللبن بدون مقابل على أطفال المدارس وإلى عصبة الأمم بأن تنشر ما لديها من التقارير عن التغذية .

واعترفت الجمعية البريطانية بهذا الاتجاه الجديد بانتخابها ستامب رئيسا لها فى عام ١٩٣٦ . وتكلم عن أثر العلم فى المجتمع ، وأوضح النقط الأربع التى ذكرها فى خطابه السابق عما إذا كان لابد أن يقضى العلم على التقدم الاقتصادى ، وأن سيولة الاختراع وجمود المجتمع يزدادان فى وقت واحد . ويعتقد أن فى الإمكان التغلب على الصعاب المتزايدة الناتجة عن الابتكار بإجراء بحوث نفسية تظهر القوانين التى تتحكم فيما يطلبه الإنسان من حاجيات ، ويقول إنه لاحظ من خبرته فى العمل أن تدريب العقل على التخصص فى فن من الفنون لا يجدى نفعا فى معالجة المشكلات العامة والاجتماعية . ويقترح ضرورة زيادة الأموال والجهود التى تبذل فى البحوث البيولوجية والنفسية ، إذ أن ما ينفق فى الوقت الحاضر على العلوم الطبيعية عشرة أمثال ما ينفق على العلوم الاجتماعية .

وأعقب خطاب الرئيس بعض المناقشات القوية وبخاصة فى الناحية التعليمية ، ودعا جريجورى إلى استخدام العلم كوسيلة لغرس القيم الإنسانية وضرب مثلا ببحوث كوبرنيقس وداروين وما أتت به من آراء لا تقل فى عظمتها وروعتها عن غيرها من الآراء العظيمة .

وأوضح هوجبن أن طلب تعلم العلم أتى من جماعات قوية فى المجتمع تتوقف سعادتها على استخدام العلم . وذكر أن جونسون لام ملتون على رغبته فى أن يكون العلم قوام التربية ، وقال بينما كان المرء يستطيع فى الماضى أن يعرف شخصاً ما لمدة نصف حياته ، دون أن يستطيع تقدير مهارته العلمية ، فإن صفاته الخلقية والعقلية سرعان ما كانت تظهر بوضوح أما فى هذه الأيام — فى عصر الآلة — فإن الإنسان

يشتغل على الدوام فى العلم ولا يبحث فى الأخلاق إلا فى وقت فراغه . ولقد أيقظت بحوث « أور » الفسيولوجية الوعى القوى أكثر من مجلدات من الخطب البليغة التى تهدف إلى تهذيب العقل والخلق .

وقال ستامب إنه لايعتقد أن فى الإمكان وقف تقدم الاختراع ، ويرى أن مناقشات أخرى قد تؤدى إلى حل مقبول .

وقال دانيل هول : « إذا لم يفطن العلماء إلى ما يلحق بمخترعاتهم من عار من جراء استخدامها فى الدعاية والحرب والأعمال غير الاجتماعية فسيجدون أنفسهم قد أصبحوا عبيداً ، وعند ذلك سيختنق الدافع للبحث العلمى وما فيه من فتنة » . وهو لايعتقد أن الهيئات العلمية مثل الجمعية البريطانية والجمعية الملكية ستبحث نيابة عن العلماء إساءة استخدام العلم ، ويرى أن إنشاء معهد لبحث أثر العلم فى المجتمع يكون عملا موفقاً .

ولقد كانت المناقشات فى العلم والصالح العام أهم ما دار فى هذه الجلسة ، وهى التى دعت هـ . ج . ولز لحضور هذه الجلسة .

وضمت الجمعية البريطانية إليها أيضاً رابطة العلماء البريطانيين التى كانت قد تأسست بعد أن ألقى تورمان لوكير عام ١٩٠٣ خطاب الرياسة فى الجمعية فى أثر القوة الذهنية فى التاريخ . وكان لوكير يود « أن تعمل الجمعية على استخدام الطرق والنتائج العلمية فى المسائل الاجتماعية والشئون العامة » إلا أن اقتراحه رفض مما دعا إلى تكوين هذه الهيئة الجديدة لتحقيق ذلك الهدف . وبعد أن تغير رأى العلماء فى الرغبة فى استخدامها لم يعد هناك ما يدعو لعدم إدماج الجمعيتين بعضها فى بعض . وكان لوكير مؤسس مجلة ناتشر وأول محرريها ، وخلفه جريجورى الذى عمل كثيراً فى سبيل تحقيق غرض لوكير .

وفى عام ١٩٣٦ حضر جلسة الجمعية البريطانية إ . ج . كونكلن رئيس الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم ووفد من العلماء الأمريكيين الأفذاذ وأعجبوا كثيراً بما

سمعوه من مناقشة صريحة عن علاقة العلم بالمجتمع ، وقرر العلماء البريطانيون والأمريكيون أن يعملوا على توطيد التعاون العلمى بين البلدين .

وفى هذا الوقت الذى كانت تسير فيه هذه التطورات إلى الأمام اقترح رتشى كالدر تكوين جمعية عالمية لتقدم العلوم بتعاون الجمعيات البريطانية والأمريكية تكون نواة لهذا العمل . ودعا إتين جلسون فى الاحتفال الذى أقيم عام ١٩٣٦ بمناسبة مرور ثلثمائة عام على هافارد ، إلى إنشاء منظمة دولية للعلماء ، وفى عام ١٩٣٧ تلقى المجلس الدولى لاتحادات العلماء اقتراحاً من الأكاديمية الملكية فى أمستردام بضرورة تعيين لجنة لدراسة تنسيق الآراء التى قدمت إلى المجلس فى مسئوليات العلم والعلماء أمام المجتمع عن الأخطار التى تهدد الحضارة فى الزمن الحاضر . وكان هناك اختلافات شديدة فى الرأى عما إذا كان هذا العمل من الأهداف التى يعمل من أجلها المجلس ، فسحب الاقتراح رسمياً ، وووفق على اقتراح بتكوين لجنة يقتصر عملها على النشاط العلمى ؛ فتكتب التقارير عن أهم نتائج البحوث فى الطبيعة والكيمياء وعلوم الحياة ، وعن نواحى التقدم فى تلك العلوم وعلاقة بعضها ببعض وعن تطور العلم فى العالم بوجه عام ، والأهمية الاجتماعية لتطبيق العلوم .

فتكونت اللجنة وكان سكرتيرها ج. م. بيرجرز . وقدمت أول تقرير لها عام ١٩٣٨ وأخذت تعمل على إعداد تقرير من ٢٥٠ صفحة لينشر عام ١٩٤٠ محتوياً على بيان بالتطورات العلمية الهامة والمبتكرات العلمية الجديدة وتنظيم البحوث العلمية وملخصات لشرح العلماء للظواهر الطبيعية فى العالم ، وما يقوله رجال الفكر عن علاقة العلم بالمجتمع ، وأسماء المؤلفات التى تبحث فى تلك الموضوعات ، وكانت تنشد العون من الجمعيات العلمية الكبيرة فى العالم . ولقد عين كثير من تلك الجمعيات مراسلين لجمع المعلومات ، وعمل بعضها على تعيين علماء برواتب للقيام بهذا العمل . وقالت اللجنة إنها تسترشد فى عملها بالاعتقاد فى أنه لا يمكن تحقيق أى غرض سام إلا بالصدق والعدل . ولما كان ذلك هو الأساس الذى يقوم عليه عمل العلماء فيجب عليهم وقد عرفوا قيمتها فى ميادينهم الخاصة ـ أن يلتزموهما فى علاقه نتائج أعمالهم

بالمجتمع الإنسانى . ولا يصح أن يتركوا لغيرهم استخدام المبتكرات العلمية حسبما يتراءى لهم . ولكى يؤدى العلماء واجبهم لابد من رفع شأن حرية الفكر والدفاع عنها ضد تميز الأفراد والجماعات وضد العوائق التى تسد طريق البحث وإذاعة نتائجه . وقد تؤدى حرية الفكر الطبيعية التلقائية إلى كثرة المنازعات إلا أن من الواجب الصفح عن تلك المنازعات ؛ فالحياة لم ترق بإخماد المنازعات وإنما بالتفهم والعمل على حلها .

وأيد كمبفرت اقتراح كالدر لإنشاء جمعية عالمية لتقدم العلوم من رجال العلم فى الولايات المتحدة . وأخـــذا يدافعان عما أعلنه العلماء من اعتقادهم فى أن الحرية والديموقراطية أساس العلم . وأصدرت الجمعية الأمريكية قراراً بوجوب تعاونها مع الجمعية البريطانية وغيرها من الجمعيات التى على شاكلتها فى كل أنحاء العالم ابتغاء تقدم العلوم ونشر السلم بين الأمم، والحرية الفكرية، حتى يستمر العلم فى طريق التقدم، ويزيد من نعمه على الجنس البشرى . وكلفت سكرتيرها ببحث إمكانيات التعاون مع الجمعيات البريطانية حتى يمكن معالجة مشكلات العلم الاجتماعية بالكفايات العلمية الموحدة فى أمريكا وبريطانيا العظمى .

وأيدت الجمعيـة الأمريكية رأى مليكان، و هـ . ت . رسـل فى أن كبت حرية الفكر وحرية التعبير عنه جريمة كبرى ضد الحضارة وقالت : «إن الإنسان لم يحصل على الحريات التى يتمتع بها إلا بعد جهاد عنيف استمر قروناً طويلة ، ولا أمل فى تقدم العلم أو العدل أو السلام أو حتى المنفعة المادية إذا ما اعتراها الفساد أو تلاشت، ومن واجب العلماء أن يستنكروا كل عمل يحمل ظلماً، وألا يقبلوا حلا وسطا لقرارهم، لأن العلم لا يحتمل أنصاف العبيد وأنصاف الأحرار . » وإنا نقسم بحياتنا وبما تعلمناه كعلماء وبتراثنا كأمريكيين أن نقف دائماً فى جانب الحرية » .

وعملت الجمعية الملكية بلندن، والأكاديمية الأهلية للعلوم بالولايات المتحدة، على تبادل المحاضرات رغبة فى وصف مدى تقدم العلوم والآراء الجديدة التى يرتجى

منها زيادة التقدم فى المستقبل ، وكان الغرض من تبادل هذه المحاضرات تقوية الاتصال الدولى مما يؤدى إلى توطيد دعائم السلم . وتبادلت الجمعية الملكية وجمعية القيصر ولهلم عام ١٩٣٩ المحاضرين .

ودعا مؤتمر اتحاد الصناعات البريطانية عدداً من العلماء الممتازين لأخذ رأيهم فى المشكلات الصناعية الناجمة عن المستحدثات العلمية . وتكونت لجنة من العلماء الأفذاذ لهذا الغرض .

وبحثت الجمعية الملكية فى نفس الوقت فيما يمكن أن تعمله لتساعد جدياً على دراسة علاقة العلم بالمجتمع ، ودرست بعض التقارير عن هذا الموضوع فى الجلسة التى عقدت عام ١٩٣٨ ، وحضرها سكرتير الجمعية الأمريكية ومائة عالم من أمريكا الشمالية وعدد من كبار رجال الصحافة الأمريكيين المشتغلين بالعلم .

ولقد كان واضحاً أنه إذا لم تقم الجمعية البريطانية بتكوين هيئة لدراسة صلة العلم بالمجتمع ، فلابد من تكوين هيئة مستقلة عنها تقوم بذلك . فقررت الجمعية أن تقوم بهذا العبء ، وأنشأت شعبة جديدة فيها لدراسة علاقة العلم بالمجتمع والعالم . وكان ذلك فى الجلسة التى عقدت فى كمبردج عام ١٩٣٨ . ولما كانت كمبردج أنسب مكان فى انجلترا لعقد مؤتمر علمى ، فقد استهوت لمكانتها وجمالها وتسهيلاتها عدداً كبيراً من كبار العلماء من أقطار كثيرة ، ولقد قضى كثير من هؤلاء العلماء الساعات بل الأيام يتباحثون فى مسائل علاقة العلم بالمجتمع . وأسرع ستامب بالعودة إلى انجلترا من ألمانيا بعد مقابلة هتلر فى نورمبرج ليشترك فى المناقشات ، ولم يقابل أى عمل قامت به الجمعية فى هذا القرن بمثل هذه الحماسة من مختلف الشخصيات . وكان المأمول أن تقدم هذه الشعبة الجديدة الدليل القاطع على فائدة السياسة الإنشائية .

ولم يجد كثير من الخطط المفيدة ما يسنده ، لأن المعلومات الصحيحة عنها لم تكن معروفة ، وكان الناس لا يعرفون أن من السهل العمل بها . وشعر الناس أن

هذه الشعبة الجديدة قد يكون لها أثر عظيم إذا استطاعت أن تأتى بالدليل العلمى الذى يظهر بلا جدال الأسس التى تقوم عليها السياسة الاجتماعية التقدمية . ولقد كان إنشاء هذه الشعبة أهم ما تم فى جلسة غير عادية ، ويحتمل أن يكون له أهمية تاريخية .

وانتخب جريجورى الذى ساهم كثيراً فى هذا التطور رئيساً لهذه الشعبة الجديدة عام ١٩٣٨ — ١٩٣٩ . وزار أمريكا ليشجع على تكوين شعبة مماثلة لها هناك . وكانت الجمعية الأمريكية قد نظمت من قبل كتابة مقالات شاملة دورية عن العلم والمجتمع . وكان المأمول أن تنشأ شعب مماثلة فى فرنسا والسويد والنرويج وهولندا وبلجيكا .

وعقدت الشعبة البريطانية أول جلسة لها فى مارس عام ١٩٣٩ فى لندن فى المعهد الملكى للبحث فى « اللبن من الوجهة الغذائية » ، وحضرها مائتان من العلماء ، وتكلم فيها إرنست باركر وغيره من العلماء فى أثر العلم فى المجتمع . وعقدت جلسة فى مانشستر فى يونيو عام ١٩٣٩ بالاشتراك مع الجمعية الأدبية والفلسفية بمانشستر وألقى هـ . لى محاضرة إسكندر بدلار التذكارية عن علاقة العلم بالمجتمع وكان عنوانها «دراسة الطريقة» .

وبحثت الشعبة أيضاً فى الطرق التى تستطيع بها العمل على بث العلم بين دول العالم ، وعضدت جمعية التنظيم السياسى والاقتصادى فى بحوثها الخاصة بتنظيم البحث العلمى فى بريطانيا .

ولأول مرة فى تاريخ انجلترا يؤجر عالم لإجراء بحث دقيق فى كيفية تنظيم العلم وتمويله فى بريطانيا . ولم يكن من شأن أى إنسان حتى ذلك الوقت الاهتمام بمعرفة ذلك .

ومن المحتمل أن يكون الانقلاب الفكرى الذى حدث فى الجمعية فيما بين عامى ١٩٣٢ ، ١٩٣٨ هو الذى أنقذها ، فقد كان نفعها يقل شيئاً فشيئاً . وقد أدت

خدمات جوهرية فى القرن التاسع عشر ، إذ كانت ملتقى العلماء ومنبراً يذيعون منه نتائج البحوث التى تهم المجتمع ، إلا أن كثرة جمعيات علماء الكيمياء والطبيعة والبيولوجيا قللت من قيمة الجمعية البريطانية كوسيلة للاتصال بين العلماء . ومنعت كثرة المجلات العلمية، وحسن الكتابة عن الاكتشافات العلمية فى الصحف، وشدة المنافسة فى الاكتشاف منعت العلماء من الاحتفاظ بأهم النتائج العلمية التى يحصلون عليها لإذاعتها فى الاجتماع السنوى للجمعية . ثم إن الاهتمام العادى بالبحوث قد قل، واتضح أنه إذا لم تقم الجمعية بمطالب العصر كما فعلت عند إنشائها عام ١٨٣١ فلا فائدة من وجودها . غير أنها لم تنهج هذا السبيل ، ونفضت عنها غبار السياسة القديمة القائمة على تجاهل ارتباط العلم بالمجتمع ، وقوت بعملها الجرىء الأمل فى تحقيق عالم أفضل نتيجة لزيادة الانتفاع بالعلم انتفاعا مبنياً على العقل ، وحل المشكلات الاجتماعية بتطبيق الطرق العلمية .

٨٢

العلم والصحافة

ولقد بذل رجال الصحافة العلميون كثيراً من الجهود ليثيروا الاهتمام بعلاقة العلم بالمجتمع ، وبذلك أنشئوا مهنة جديدة ولو أن أسسها ومكانتها غير معروفة تماما حتى الآن .

وقبل ظهور هؤلاء الرجال كان العلماء وغيرهم ممن يعتمدون فى دخلهم على موارد أخرى هم فى الغالب الذين يكتبون المقالات العلمية فى الصحف . وكانت غالبية هذه المقالات تهدف إلى غرضين : إما لتسلية القراء وإما لإثارة تأملهم الدينى . والمقالات العلمية التى كتبها لانكستر بعنوان « العلم من كرسى وثير » مثل مشهور للنوع الأول . وكان لمقالات النوع الثانى شأن عظيم فى السنين الأخيرة . وكان يكتبها فى الغالب علماء تجاوزوا سن القدرة على الابتكار وصمموا على تسلية أنفسهم وتسلية الجمهور وزيادة دخلهم ، أو اختبار موقفهم من العلم والحياة فى أواخر حياتهم . ولما كانوا على خبرة عظيمة ، فقد كانت مقالاتهم رائعة إلا أنها حتما أظهرت البواعث على كتابتها . ويبدو أنهم كانوا يقولون كما قال فاوستس « الفلسفة شىء كريه غامض ، وما هى إلا السحر بعينه الذى سلب عقلى » .

ومنذ حوالى خمس عشرة سنة كان قد ظهر نوع ثالث من المقالات ، وكانت عبارة عن وصف لتقدم العلم ، وكانت غفلا من أسماء كاتبيها . وفى هذه المقالات كانت مصلحة العلم الحقيقية رائد الكاتب . وكانت تحمل الطابع الفنى بدلا من طابع الهواة ، وتختلف فى هدفها عن مقالات النوعين السابقين ؛ إذ كان العلماء الذين يكتبونها يبغون خدمة المجتمع بإثارة اهتمام الجمهور بالعلم ، وإن لم يكن ذلك غرضهم الأساسى ، بل كان الهدف الأكبر لرجال الصحافة الجدد المشتغلين بالعلم ؛ فقد رأوا أن العلم رغم أنه العامل الأكبر فى الحضارة الحديثة ، فإن الصحف لم تعن

بتوضيح أسسه ولم تتابع تقدمه بانتظام . ولقد كان هذا الموقف شاذا ؛ فنى انجلترا مثلا ارتفع عدد السكان من عشرة ملايين عام ١٨٠٠ إلى أربعين مليونا عام ١٩٠٠ ، ومع أن هذه الزيادة لم تكن ممكنة إلا بتقدم العلم ، فإن الثلاثين مليوناً كانوا يجهلون كثيراً المعرفة التى يدينون بوجودهم إليها . وإلى العلم يرجع كذلك الفضل فى زيادة عدد من يتعلمون الأدب والسياسة وعلوم الإغريق والرومان ، كما كان له الفضل فى زيادة عدد السكان . ومع ذلك فإن هؤلاء السكان الجدد الذين خلقهم العلم كانوا فى جهل تام بالأساس الذى يقوم عليه وجودهم .

ولقد كان من الواضح أن الحضارة الحديثة لا تستطيع البقاء إذا استمرت هذه الحال ولا تستطيع السير فى طريقها إذا بقى ثلاثة أرباع السكان لا يعرفون شيئا عن مقوماتها . وكان الحكام فى انجلترا لا يزالون يتبعون الآراء والوسائل السياسية السائدة فى المجتمعات التى لا تستخدم الآلات المحركة . ولم يكن فى البرلمان البريطانى أى عالم ، وما زال مجلس الوزراء فى انجلترا عام ١٩٣٩ خالياً من رجل يشتغل بالعلم ، كما أنه غير ملزم بالأخذ برأى العلماء .

ولقد كانت الحكومة البريطانية متأثرة فى ذلك بالنفوذ الطبقى والرأى العام . ولم يكن الرأى العام مستاء من تلك الحال لأنه لم يكن أكثر من رجال السياسة إدراكا لأهمية العلم . وكان واضحاً أن رجال السياسة لن يزيدوا من اهتمامهم بالعلم والطرق العلمية إلا إذا ضغط عليهم الرأى العام .

وكان بعض الواقفين على حقيقة الحال يعتقدون أن زيادة معرفة الشعب بالعلم لا تأتى إلا عن تحسين تدريسه بالمدارس ، ومع أن هذا لابد منه إلا أنه غير كاف ، فغالبية الأطفال فى إنجلترا كانوا يتركون المدارس فى سن الرابعة عشرة ، ولذلك لا يستطيعون معرفة الكثير من العلم . ثم إن العلم يتقدم ؛ فمثلا المعرفة التى حصل عليها الإنسان من عشر سنين عن بعض فروع التغذية قد تكون الآن قديمة تماما . وعقول كثير من الناس لا تنمو إلا بعد الرابعة عشرة . والعمليات الصناعية خير ما يعلم العلم بدلا

من المدارس الأولية . وبعض الأشخاص المتأخرى النمو يلمون إلماما سطحيا ببعض الآراء العلمية بسبب اشتغالهم بالآلات والكهرباء والزراعة ، ومن الممكن تهذيب تلك المعرفة وزيادتها بمقالات توضيحية تنشر بانتظام فى الصحف . وهذا يساعدهم على الحكم عما إذا كانت أمور الدولة تساس بالحصافة العلمية ، ويمكنهم بصفة خاصة الحكم على ما لدى الحكام من معرفة علمية ، وهم ليسوا بحاجة إلى معرفة عميقة ليتبينوا ما إذا كانت المقترحات المقدمة باسم العلم علمية حقا . ويكفى بعض الإلمام بالطريقة العلمية ، وأحدث الحقائق للكشف عن كثير من الأخطاء الجسيمة . ويقول جول بحق : « إذا كان المثل القديم الذى يقول إن قليلا من المعرفة ضار لا ينطبق على بعض الحالات ، فهو بحق لا ينطبق على الحالة التى نحن بصددها . وفضلا عن ذلك فإن هذا الرأى الأخرق يثنى الهمة عن أى تعلم مهما كان نوعه ؛ لأن الإنسان فى انتقاله من الجهالة إلى أعلى مراتب الثقافة يمر بمرحلة المعرفة القليلة هذه . والحقيقة هى أن فى المعرفة القليلة خيراً قليلا ، وفى المعرفة الكثيرة خيراً كثيراً بينما الجهل شر مستطير يجعلنا فى مصاف الحيوان .

ويقول مانيارك كينيز إنه لا يتوقع أن يوضح شرحه المبسط لعلم الاقتصاد أسس ذلك العلم لغير المتخصصين ، وإنما يعتقد أنه سيساعد الناس على الإلمام بها بعض الشىء ، وعلى معرفة ما إذا كانت اختراعات الحكام تتفق معها .

واقترحت مجلة ناتشر فى عدد أكتوبر سنة ١٩٣٩ أن تنشئ الحكومة البريطانية قسما للاستعلامات العلمية فى وزارة الاستعلامات الجديدة ، ويقول المحرر : « قد يبدو هذا الرأى غريباً بل طريفاً فى نظر المسنين من رجال الحكم الذين ربما تعلموا من ثلاثين سنة فى مدرسة الفلسفة القديمة ، ولكنه لا يبدو غريباً إلى حد كبير فى نظر زملائهم الأصغر منهم سنا ، ولا يبدو غريباً مطلقاً فى نظر العدد الضخم من مهرة الصناع الذين قد يكونون أهم طائفة فى مجتمعنا . والعلم فى نظر الكثيرين من هؤلاء الصناع شىء له مكانة سامية . وإذا أعطيت البيانات والنصائح لهم فى صورة فنية علمية على شريطة أن تكون فى أسلوب شيق فإنهم يتقبلونها .

ويهم الشعب مساعدة هؤلاء الناس، وإنه سيقابل إنشاء هذا القسم بصدر رحب».

والطبقات الحاكمة فى إنجلترا كما يمثلها مجلس الوزراء لا تشتغل بالعلم بينما يقول محرر نآتشر إن أهم طوائف السكان — أى مهرة الصناع — تشتغل بالعلم إلى حد ما وإن هـذا الاختلاف فى تقدير ما هية العلم ما هو إلا أحد العيوب الاجتماعية التى ستودى بالنظام الاجتماعى إلى الزوال إذا لم يقض عليها .

ومن أهداف كتاب العلم الجدد تشجيع مهرة الصـــناع على الاهتمام بالأمور العلمية ومساعدتهم على حث الحكومات على معالجة الأمور بروح علمية أكثر . ويرون أن الصحافة العلمية دعامة لاغنى عنها فى بناء الحضارة الحديثـــة ، ولذلك فالصحافة العلمية مهنة حقيقية اجتماعية ، وهى تتطلب باستمرار شرح الحقائق العلمية البسيطة الهامة وقت اكتشافها وتجنب التعبير عن الآراء ، إلا أنها مع ذلك تعنى بتوضيح الجو العلمى أكثر من الحقائق، لأن الجو العلمى أهم من أى حقيقة خاصة ، وتصف المعامل ، وتقابل المكتشفين كى يعلم الناس شيئاً عن الجو العلمى والعمليات التى تكتشف بها الحقـائق العلمية بدل أن يسمعوا عن العلماء وهم مستريحون على كراسيهم بعد تناول الغذاء وفى خلوتهم .

ويتطلب هذا العمل من الكاتب سرعة الاستعداد لتناول الموضوعات المختلفة الكثيرة كما يستغرق كل وقته ونشاطه الذهنى . ويحاول الصحفى العالم من هـــذا الطراز الجديد بما يكتبه باستمرار عن العلم ، خلق الجو العلمى الذى يتطلبه حل المشكلات الاجتماعية الحالية .

وأبرع الكتاب الذين يبتغون فى كتاباتهم التسلية والتأمل الدينى لا يساهمون كثيراً فى تحقيق هذه الغاية .

ولقد وجد رجال الصحافة العلميون الجدد أن عملهم عسير وبخاصة فى إنجلترا ، فليس فى إنجلترا صحفى علمى واحد يحصل على كل دخله من كتابة مقالات للصحف ،

وليس فيها صحيفة واحدة تستخدم صحفيا يكرس كل وقته للعلم .

وإن قلة الأجور التى تدفع للكتاب نظير ما يكتبون توضيحاً للعلم لمن أسباب صعوبة الكتابة عن العلم بانتظام . وإذا كان الكاتب يتقاضى أجراً عن كل مقال يكتبه ، وكان ذلك بمعدل خمسة جنيهات عن كل ألف كلمة ، أى ما يملأ عموداً عاديا فى الصحيفة ، فإنه يحصل على إيراد مناسب . ومن السهل تقدير ما يحصل عليه فى السنة على أساس مقال كل أسبوع بهـــذا الأجر ، ولابد من الكتابة فى موضوعات متنوعة . ولما كان من بين قراء الصحف من يلم إلماما تاما بكل موضوع ، فلابد أن تكون المقالات متقنة للغاية وإلا فإنهم يبعثون باعتراضاتهم لرؤساء التحرير . وإن إدارات الصحف لتستاء إذا ماوصلها شىء من هذا النوع .

ويمتاز الصحفى السياسى بأنه يكتب فى موضوعات الحقيقة فيها غير واضحة ، والآراء فيها مختلفة . وفى وسعه أن يكتب مئات المقالات من غير أن يخشى الوقوع فى خطر الزلل الظاهر . أما فى العلم فالحقيقة معروفة ، ومن الممكن عادة معرفتها فى دور الكتب ، ولذلك إذا ما أخطأ الصحفى العلمى فإن الناس يكشفون خطأه ، وهذا يثبط من قدرته على العمل ، ويمنعه من كتابة كثير من المقالات التى يستطيع القيام بها لولا أنها محفوفة بكثير من المخاطر .

وإن صعوبة الكتابة فى خمسين موضوعاً فى السنة كتابة متقنة لا يضيق بها العلماء المتخصصون لشىء واضح . ومع ذلك فليس الأجر الذى يدفع للمقالات العلمية أعلى مما يدفع للمقالات السياسية التى قد تكتب بسهولة عظيمة . وتزداد صعوبة التنويع مع مرور الزمن ، ويستطيع كثير من الكتاب إخراج سلسلة من المقالات الهامة فى قليل من الأسابيع ، إلا أن الاستمرار فى الكتابة إلى أجل غير محدود يتطلب مقدرة خاصة للمحافظة على المستوى بعد نفاد المعرفة المدخرة .

وإن المبلغ الذى يحصل عليه الصحفى العلمى نظير مقالاته ليس كله له فالمعلومات

التى يستخدمها لكتابة مقالاته إما أنه جمعها أو أوحى إليه بها خلال أسفاره . ولا يمكن بدون ذلك الحصول على الأنباء العلمية الجديدة ، والمعلومات التى تتطلبها الصحافة العلمية الحديثة ، ولذلك فمن السهل أن ينقص من هذا المبلغ الإجمالى ثلثه مقابل النفقات .

والمبالغ السنوية التى يتقاضاها مشاهير العلماء الذين يكتبون مقالات خاصة أصغر عادة مما يظن . وإذا أكثروا من الكتابة فإن جدة مادتهم تتلاشى سريعاً ، ولا تدفع أجور عالية إلا لعدد قليل من المقالات فى السنة ، ولذلك فإن دخل العلماء منها لا يكون كبيراً . وبعض كبار العلماء لا يطلبون أجوراً عالية ؛ فلقد كتب كبير أساطين أحد فروع العلم فى إنجلترا مقالا من عمودين فى صحيفة كبرى مقابل خمسة جنيهات .

ويعتبر الصحفيون العلميون الجدد كثيراً من الأساتذة الذين يكتبون مثل هذه المقالات خائنين . وإذا استطاع محرر صحيفة ما أن يحصل على مقال لكبير أساطين العلم بخمسة جنيهات فإن ذلك يغريه على تفضيله على مقال من صحفى علمى يراسله بانتظام . ومن المرغوب فيه كثيراً أن يكتب خيرة العلماء فى البلد للصحافة إذا كان لديهم ميل خاص لذلك على ألا يقف ذلك فى سبيل تقدم المراسلة العلمية المنتظمة التى تتطلب عناية دقيقة أكثر مما يتوفر لعلماء البحوث الذين يؤدون عملهم على أحسن وجه . وعدد من يميلون إلى الكتابة فى الصحف من العلماء ليس كبيراً ، ويميل كثير من العلماء إلى الحط من قدر الجمهور . وهذا يزيل صلاحية ما يكتبونه للصحف الحسنة السمعة ، إذ أنه يدل على عدم احترامهم للقراء . وأحياناً يسمع الإنسان العلماء وهم يعتذرون عن مقالاتهم فى الصحف بأنهم كتبوها على عجل وهم مسافرون وليس فى هذا تحية للجمهور .

ويمكن تقسيم الصحف فى بريطانيا بوجه عام إلى نوعين : الصحف التجارية والصحف المسئولة . وأهم مايرمى إليه النوع الأول جمع المال بينما يهدف الثانى إلى التعبير عن المصالح السياسية والتأثير فى الحكومة .

وتحصل الصحف التجارية على ماتجنيه من أرباح من الإعلانات ، ولذلك تعمل جاهدة على سعة انتشارها بوسائل مختلفة من بينها نشر أخبار مثيرة تستهوى العواطف بدلا من العقل . وعرف « إفلين ووه » هذا النوع من الأخبار بقوله: « الأخبار هى ما يريد الإنسان قراءته عند ما لا يجد مايشغله » وهى ليست وسيلة مفيدة لإيقاف الجماهير الغفيرة على تقدم العلم فانتشارها قليل . إلا أن الصحف المسئولة قد تكون فى بعض الحالات أسوأ منها .

وأمهات الصحف التجارية توزع يومياً ٢٫٠٠٠٫٠٠٠ نسخة بينما الصحف المسئولة توزع من ٥٠٫٠٠٠ إلى ٢٠٠٫٠٠٠ نسخة، ولديها قليل من المال للإنفاق منه . ثم هناك صعوبة أشد خطورة فمحرروها رجال تخرجوا من الجامعات القديمة بمرتبة الشرف الأولى فى الآداب القديمة أو التاريخ ومعظمهم ـ ولو أن هناك أفراداً على شئ كبير من العلم ـ لا يفقه فى العلم أكثر مما يفقه سائقو سياراتهم . وسائق السيارة يعرف بعض مبادئ الميكانيكا والكهرباء ، ويستطيع بهذه المعرفة أن يدرك ما يجب على الدولة أن تعمله لتنتفع بالعلم خير انتفاع . ولكن أستاذ التاريخ أو الآداب القديمة يعتقد دائماً تقريباً أنه يعرف كيف يدير دفة الأمور فى حضارة تقوم على العلم قبل أن يعرف شيئاً عن العلم وإمكانياته ، وكثيراً ماينأى بجانبه عن العلم مستهزئاً قائلا إنه لا يفهم هذ الشىء . والوزير فى مجلس الوزراء أو المحرر فى صحيفة ما ، الذى يعرض عن العلم يناهض تقدم الحضارة القائمة على العلم أكثر من الميكانيكيين ذوى المعرفة الصناعية الذين يعرفون على الأقل شيئاً عن أقوى دعائم حضارتهم . ويجد رجال الأدب صعوبة كبيرة فى معرفة أن التجارب أهم من العلوم النظرية ، بل إن العلماء يميلون إلى نسيان ذلك ما لم يذكرهم به أتباع رذرفورد .

ومركز الصحفى العلمى الجديد أفضل فى أمريكا منـــه فى إنجلترا . ولدى الأمريكيين معلومات عامة عن العلم أكثر من الإنجليز ، وذلك لاستخدامهم أجهزة توفير الجهد ، ولأن مقداراً كبيرا من العلم يدرس فى المدارس . ومع أن هذه المعرفة سطحية إلا أنها خلقت الحاجة إلى الأخبار العلمية . ولقد أنشئت خلال

الخمس عشرة سنة الأخيرة خدمة كبيرة لسد هذه الحاجة . فلدى كثير من الصحف ووكالات الأنباء الكبرى رجال يخصصون كل وقتهم للكتابة عن العلم . ولقد أنشأ رجال الصحافة العلميون منذ عهد حديث جمعية تسمى الجمعية الأهلية لكتاب العلم فى أمريكا ، وتضم نحو عشرين عضواً عاملا وهم الذين تستخدمهم الصحف الخاصة ونقابات الصحف وجمعيات الصحافة ، ويخصصون أكثر من نصف وقتهم فى إعداد وكتابة مقالات فى فروع العلم المختلفة » .

وحتى فى أمريكا يوجد أكثر من خمسة صحفيين علميين يكرسون كل وقتهم للعلم . وليست الصحف الأمريكية الفنية بأسمى من البريطانية فى الأجور . فمثلا يحضر أحياناً صحفيون أمريكيون مشهورون ممن يشتغلون بالعلم مؤتمرات علمية فى أوربا ، ولكن ليس هناك دليل قوى على أنهم مبعوثون على نفقة صحفهم . مع أن رؤساء التحرير يعطون عن طيب خاطر أكثر من ١٥٠٠ جنيه سنوياً ما بين راتب ونفقات عامة للمراسل السياسى فى عاصمة بلد أجنبى .

وعندما يفهم أن المنازعات الاجتماعية والدولية فى العصور الحديثة ترجع إلى عجز المجتمع عن حسن الانتفاع بالعلم بسبب الاختلافات الداخلية والجهل ، فسيصبح للصحفيين العلميين نفس ما للصحفيين السياسيين فى مركز وموارد . وتقاس درجة ما بالمجتمع الحديث من اختلال جوهرى فى نظامه ، بمركزهم ومواردهم المالية بالنسبة لغيرهم .

ومع ذلك فلقد أثبت تاريخ الاهتمام الجديد بصلة العلم بالمجتمع أن الصحفيين العلميين الجدد بالرغم من العوائق التى تسد أمامهم السبل قد استطاعوا أداء شىء ما من مهامهم ، ويعزى ذلك إلى عظم القوى الاجتماعية التقدمية الناتجة عن العلم الحديث .

وسيؤدون ماهو أكثر من ذلك بكثير إذا ماوجدوا عوناً أكبر . وسيحصلون على هذا العون فى الغالب إذا ما زاد إقبال القراء على العلم . وينشأ التقدم من عمل المحررين والقراء وتعاونهم ، إلا أن المحررين يسيرون وراء قارئيهم أكثر مما يظن عادة .

وهناك وسيلتان لتنظيم مكتب أفضل للأخبار العلمية ، ويجب تشجيعهما ، فعلى أصحاب الصحف الذين يدركون فوائد الاهتمام بالعلم تعيين محررين ومراسلين متفرغين . وعلى الهيئات الأخرى الموسرة التى يهمها نشر الأنباء العلمية الصحيحة أن تنشئ المنظمات اللازمة لذلك وتشجعها كما فعلت أمريكا بإنشاء مكتب الأخبار العلمية الأمريكية . وهاتان الوسيلتان نافعتان وبخاصة فى البلاد الكبيرة مثل أمريكا حيث تباع الصحف فى الغالب محلياً . ويمكن أخذ صورة النسخة الأصلية فى صحف كثير من الولايات المختلفة .

والصحف فى مملكة صغيرة كانجلترا لا تجد فائدة من مثل تلك الكتب لأن كثيراً منها يباع فى جميع أنحاء المملكة ، ولا تحب أن تكون مقالاتها مماثلة لمقالات منافسيها وإنما تحتاج إلى محررين مساعدين ليعيدوا كتابة الأخبار التى تلقوها من هذا المكتب ليكون لمقالاتها طابعها الخاص . وهى تميل إلى تجاهل المكتب ولو أن المنافسة قد ترغمها على تقليد الصحيفة التى أقدمت على الانتفاع بالمكتب . ومنذ بضع سنوات استخدمت إحدى أمهات الصحف التجارية صحفياً علميا ، ونشرت مقالات علمية كثيرة فقلدها منافسوها ، ولكن بعد ستة أشهر بطل هذا العمل واستغنى عن كل كتاب العلم . ولما كانت هذه الصحف فى تنافس مستمر فإنها تفضل أن يكون لمقالاتها طابعها الخاص ومن الممكن أنها إذا استخدمت محررين ليصوغوا من جديد الأخبار العلمية التى تأتى من مكتب العلم ، فإن تنافسها قد يضطرها إلى استخدام مراسلين علميين متفرغين لجمع الأنباء العلمية الجديدة .

ولمكتب الأنباء العلمية قيمة عظيمة لأنه فى ذاته مورد للأخبار العلمية ولأنه

يوحى بتعيين كتاب متفرغين للعلم ، وسيكون أكبر عون على نشر العلم فى إنجلترا فى هذا الزمن لسهولة الاتصال به . ولا يمكن أن نتوقع أن يكون أصحاب الصحف هم الذين يبدءون بهذه الخطوة الطيبة .

ومن المحتمل أكثر من هذا أن يأتى ذلك من جانب الهيئات الاجتماعية والعلمية التى تلمس الحاجة إليه . وأسهل وسيلة تتبعها هذه الهيئات كى تساعد على نشر العلم أن تؤسس مكاتب للعلم . ولو أن أفضل طريقة من الوجهة النظرية هى تكوين جماعة من كتاب العلم الممتازين ، وعندما يتوطد مركز هذه الجماعة فإنها ستجذب كثيراً من الطلاب النابهين .

٨٣

مسئولية العلماء الاجتماعية

بسجل الجمعية الملكية بلندن ٧٠٠ عالم ، وبسجل وزارة العمـــل البريطانية ١٠٠٫٠٠٠ فنى ومهندس · ويبلغ عدد سكان بريطانيا ٤٥ مليون نسمة . وتبين هذه الأرقام قلة عدد العلماء بالنسبة لعدد السكان فى بلد متقدم .

ومن الواضح أنه من الممكن إغفال شأن أثر العلماء فى المجتمع . كما أن أثر عددهم الضئيل لاتزيده الثروة لأنهم عادة لايملكون ثروة كبيرة ، ثم إنهم قلما يتقاضون أكثر من ٢٠٠٠ جنيه فى السنة . ومع ذلك ، وعلى الرغم من قلة عددهم وصغر ثروتهم فإنهم فى غاية الأهمية ، لأنهم مصدر المعرفة الجديدة التى هى أصـل التقدم فى نظـام منتج قائم على العلم ، وهم وحدهم المتصلون بالمستقبل حين يولد . وماذا يحدث إذا لاحظوا أن المجتمع لايعمل على حسن الانتفاع بمعرفتهم التى لاغنى عنها ، وإنما يسير فى اتجاه يفسد الانتفاع بالعلم القديم ويجدب العلم الجديد ويعطل الابتكار ؟

وسيحول الإخلاص للعلم والمنفعة الخاصة والصالح العـام دون موافقة معظم العلماء على هذا الاتجاه ، ويضطر كثيرون من العلماء عند ما يقفون على هذه الاتجاهات فى المجتمع الحديث إلى اعتزال البحث العلمى وإلى الاشتغال بالسياسة . وقد يجد قليل من هؤلاء الذين سلكوا هذا المسلك أنهم أكثر نجاحاً فى عملهم الجديد ولذلك يبررون سلوكهم . إلا أن كثيراً منهم يصبحون لاهم بالعلماء الصالحين ولا بالسياسيين الصالحين .

واعتزال الأعمال العلمية لايكون دائماً نتيجة لبواعث سديدة ، فأحيانا يكون

ستاراً لإخفاء الفشل فيها، ويندر أن يكون بين هؤلاء العلماء الذين أصبحوا من رجال السياسة من اشتغلوا بالسياسة مختارين، فإنهم وجدوا أنفسهم مرغمين على الاشتغال بالسياسة ، لأنهم وجدوا ألا بد من القيام بعمل سياسى ليحولوا دون ضياع بحوثهم. ومن الأمثلة لذلك الحملات السياسية التى قام بها بعض العلماء الأفذاذ على التغذية .

وإذا حاول عالم قدير إصلاح العيوب الظاهرة التى تواجهه خلال عمله فإنه سرعان مايجد نفسه قائماً بأعمال سياسية . والناس يثقون فيما يقول أو يعمل لأنه مبنى على معرفة صحيحة حصل عليها أثناء عمله المتخصص فيه . ولن يكون هناك من يصلح لمعارضته فى ميدانه المتفوق فيه إلا القليل لأنه أكثر خبرة منهم .

وكل عالم يحس بإحساس المجتمع يعمل جاهداً على التخلص من كل مايعوق البحث، ويرغب فى تكريس كل الجهود لتغيير النظام الاجتماعى الذى يقف فى سبيل التقدم العلمى . وقد يشعر ـ وهو محق فى ذلك ـ أن من المستحيل قصر الجهود على البحث فى ظل الكوارث الاجتماعية ، ولكن من الواجب مقاومة هذا الشعور . وكثيرا ما يثبت أن العلماء الشبان الذين يهجرون العلم حباً فى السياسة متقلبون لايثبتون على رأى ، وأنهم بعد سنين قليلة يقضونها فى اضطراب عقلى شديد يصبحون من المحافظين تماماً . ويشك دائماً تقريباً فى السلوك والآراء التى تقوم كلية على العواطف .

ويجب على جماعة العلماء أن تضاعف من اهتمامها للاحتفاظ فى صفوفها بأولئك الأعضاء الذين يحسون بإحساس المجتمع ، فلو هجر جميع العلماء من ذوى المقدرة السياسية العلم لأصبح الباقون وليس بينهم موجه اجتماعى . والعالم الذى يهجر العلم ويشتغل بالسياسة بالمعنى الضيق المحدود لهذه الكلمة يرتكب خيانة لثقافته مالم يكن لعمله هذا أقوى المبررات .

والعالم الذى يتخلى عن عمله الفنى يكون معرضا للوقوع فى ضررين ، فبخروجه من جماعة العلماء يفقد القوة التى تؤهله للتحدث عن العلم كما يفقد مكانته كعالم وسط

عامة الشعب . ثم إن زملاءه لا يعيرون اقتراحاته السياسية كثيرا من الاهتمام لأنها صادرة عن دخيل عليهم ، كما أن الجمهور يرفضها لأن صاحبها ليس حجـــة علمية معروفة .

ويشق رجل العلم فى الحصول على الكفاية الفنية وممارسة بعض النشاط السياسى . ويقول كلارك ماكسويل فى محاضرته الاجتماعية عام ١٨٧١ بصفته أول أستاذ للطبيعة التجريبية فى معمل كافندش بجامعة كمبردج: « إن أول الواجبات المفروضة على الأستاذ الجديد وزملائه أن يخلقوا روحاً سليمة للنقد ، وكل يوم تأتينا فيه أدلة جديدة على تبسيط الآراء العلمية يحدث تغييرا عظيماً فى حالة المجتمع العقلية كالذى يحدثه استخدام المبتكرات العلمية فى حياته الخارجية . وإن بث الآراء السديدة القوية قد يحدث تغييرا عظيماً فى لغة وأفكار الناس ، حتى فى أولئك الذين لا صلة لهم بالعلم . وإنه يخشى ألا يفهم الناس الآراء العلمية إذا ما اصيغت فى عبارات معقدة »

ويقول كلارك ماكسويل ، إن من المهام المفروضة على رجل العلم أن يعمل على ألا يضلل عامة الشعب باسم العلم ، وفى وسع رجل العلم الذى يريد أن ينفع المجتمع أن يجعل معلوماته العلمية عصرية مبنية على أوثق المصادر ، حتى يستطيع كشف الآراء العلمية المزيفة التى تصاغ فى عبارات تشبه تلك التى تصاغ بها الحقائق العلمية الصحيحة .

ولدينا ما يدعو إلى الاعتقاد بأن رذرفورد وافق على رأى سلفه العظيم .

وعلى العلماء أن يعملوا جاهدين للتفوق فى عملهم لأسباب اجتماعية وشخصية ، وعليهم أن يؤهلوا أنفسهم لعضوية الجامعات العلمية ذات الأثر الكبير فى توجيه السياسة المهنية ، وإذا لم يقوموا بذلك فلن تتاح لهم الفرصة ليسهموا فى هذا الموضوع الخطير . ومع أن هذه الجامعات تسير أحيانا على سياسة تبدو غير صحيحة ، إلا أن هذا لا يكفى للإعراض عنها . فدائماً لدى الجمعيات التى تسير على سياسة متينة صحيحة عناصر الحيوية ، بينما الجمعيات التى تفتقر إلى تلك العناصر تتبع فى سيرها سياسة عقيمة والدليل على ذلك الجمعية الملكية والأكاديمية الملكية بلندن .

وقد يكون فى أعمال الجمعية الملكية مايعرضها للنقد ، إلا أن أحداً لايستطيع إنكار أن رؤساءها الخمسة السابقين ـ براج وهوبكنز وردزرفورد وشرنجتن وطومسون ـ أدوا خدمات جليلة للثقافة ، وأن لاكتشافاتهم العلمية مكانة عالية فى أى وسط علمى . وتقل مكانة الأكاديمية الملكية عن ذلك كثيراً . ومن ذا الذى يستطيع أن يذكر أسماء رؤسائها الخمسة السابقين ؟ وهل هم معروفون فى الأوساط العلمية حيث البحث الجدى المتواصل والابتكارات المفيدة ؟ ويندر أن نجد من يعتبرهم زعماء يعبرون عن الفن المعاصر . ولما كانوا لايمثلون أفذاذ العلماء فى ميادين أعمالهم ، فليس فى وسعهم إذا توفرت لهم الرغبة فى ذلك أن يكون لهم أثر إيجابى فى النواحى الفنية للمسائل الاجتماعية .

ويخطىء من يعتقد أن أكاديميات الفنون لابد أن تنهار ، فقد كانت مدارس الفنون وأكاديمياتها تعمل على الإنشاء فى عصر النهضة ، وكان الاهتمام بالفنون والنشاط الفنى منتشراً كثيراً بين الناس . وفى ذلك الوقت كان الاشتغال بالفنون عملا اجتماعيا سليماً ، ولذلك كانت جمعياته ممتلئة بالحيوية .

ويرجع تفوق الجمعية الملكية فى هذا العصر على الأكاديمية الملكية إلى أن الظروف المحيطة بالعلم تبعث على النشاط ومواصلة العمل أكثر من الظروف المحيطة بالفنون .

ويلاحظ هذا التفوق فى جمعيات أخرى مماثلة مثل تفوق جمعية مدرسى العلوم على جمعيات الآداب فى المدارس . وناشرو الكتب المدرسية وصانعو الأجهزة العلمية على علم بما يبديه مدرسو العلوم وجمعياتهم من الاهتمام الشديد بالكتب والأجهزة الجديدة . وإن حماستهم وكفايتهم لواضح غاية الوضوح فى انجلترا بالذات على عكس مدرسى الآداب .

وعلى العلماء الذين يودون أن يكون لهم أثر فى الشئون الاجتماعية أن يعملوا

ليكونوا أعضاء بارزين فى الهيئات العلمية مثل الجمعية الملكية وجمعية مدرسى العلوم وجمعية علماء البحوث العلمية .

ولنفرض أن هناك عالماً قديراً فى عمله ، فكيف يمكنه أن يشتغل بالشئون الاجتماعية ؟ يمكنه أن يفعل ذلك بعدة طرق، عليه أن ينضم إلى رابطة تجمع زملاءه لحماية مصالحهم وتحسين الظروف التى يعملون فيها .

ولقد أنشأ الأطباء منظمات قوية من هذا النوع ، فقدمت خدمات اجتماعية جليلة وبخاصة فى بدء حياتها ،كالدعاية لسن القوانين الخاصة بمزاولة مهنة الطب . ونجحت جمعية علماء البحوث إلى حد ما فى انجلترا، ومن المحتمل أن يزداد نجاحها ، ولكن لايزال بها ١٣١٩ عضوا فقط . ومن الصعب أن ينظم العلماء صفوفهم لتباين مصالحهم وظروف عملهم . فمثلا تختلف كثيرا المسائل والظروف التى تهم علماء الطبيعة والبكتريولوجيا والنبات ، هذا إلى أن العلماء يعيشون عادة فى جماعات متفرقة ، وقد لا يكون لعالم فى جامعة صغيرة أو معمل صناعى زملاء لهم نفس مسائله وظروفه .

وهناك عامل آخر يقف حجر عثرة فى سبيل هذا التنظيم ، ألا وهو الراحة الراحة النسبية التى يتمتع بها العلماء وبخاصة فى الأعمال الأكاديمية . فنى بريطانيا يتقاضى العالم مباشرة عندما يحصل على مؤهله ٢٠٠ جنيه راتباً سنويا إذا ما أسندت إليه وظيفة أكاديمية ، وأوقات عمله غير محددة ، ورؤساؤه عادة من ذوى الكفاية المعروفة ، وفى وسعه أن يجد زملاء يأنس إليهم . وظروفه فى الغالب أفضل من ظروف من يشتغل فى البحوث الصناعية، حيث يبدأ بمرتب أقل ويشتغل بانتظام من الساعة التاسعة صباحاً إلى منتصف الساعة السادسة مساء تحت إمرة مدير يدين بمركزه إلى سهولة انقياده ، وأحياناً إلى المحسوبيـــة أو الغرض . وعلى العموم فالوظائف الأكاديمية أفضل من العمل فى الشركات الصناعية .

والعالم الذى ينتقل من العمل الأكاديمى إلى العمل فى الصناعة، أو من قسم البحوث فى مصنع إلى قسم البيع، كثيراً مايدهش لما يسمعه من عبارات نابية يضيق بها صدره فى أول الأمر. ولكنه على مر الزمن يعتادها وينسى ما بين العملين من اختلاف وبخاصة عندما ينهمك فى ابتكار الوسائل التى يتغلب بها على المنافسين.

والظروف الجذابة نسبيا المحيطة بالبحث العلمى تجعل كثيراً من العلماء يميل إلى المحافظة وإلى عدم الاكتراث بما يجرى خارج نطاق معاملهم، وذلك لأنه لا يمكن الوصول إلى الاختراع دون التفرغ التام له والتركيز الشديد. وبذلك يصبح العلماء منعزلين عن العالم الخارجى، وقد يفقدون القدرة على التفكير فى أموره. وكلما زادت العزلة زادت الصعوبة فى الرجوع إلى الأحوال العادية، وهذه الصعوبة توسع الهوة بينهم وبين العالم الخارجى.

وهذه الظروف تجعل العالم هدفاً لمؤثرات خطيرة: فطبيعة عمله تجعله يميل إلى التفكير المنظم والعمل المنسق، وعزلته وحياته الهادئة وتفرغه التام لبحوثه تجعل خبرته بالشئون العامة محدودة، وتجعله على استعداد لقبول الاقتراحات الاجتماعية التى تتفق وعاداته فى النظام والتفكير والعمل، وفى الوقت نفسه لا تؤثر فى مكانته العظيمة وراحته. وتمتاز الاقتراحات الفاشية بأنها تشمل كل ذلك، وتحتوى ظروف العلماء المادية على كل تلك العناصر التى تحببهم فى الفاشية.

ثم إن هناك عوامل أخرى تدفع رجل العلم إلى الإذعان للدكتاتورية، وهى أنه اعتادقبول سلطة يرجع إليها فى عمله، كما أنه يعتقد ألا فائدة فى عدم الرضوخ، وذلك لقلة عدد العلماء، إذ كيف تستطيع حفنة من العلماء مقاومة السلطات الحاكمة؟

ومصالح العلماء الاقتصادية والطبقية المباشرة تدفعهم إلى التودد إلى الحكومة، إلا أن هذا لا يتفق وما يهدفون إليه فى نهاية الأمر. وعلى العالم الذى يدرك ما عليه من واجبات نحو المجتمع أن يعتبر أن الكشف عن الحقيقة وإظهارها من أهم واجباته.

ويلجأ العالم إلى التكهن كجزء من طرقه الفنية : فمن عادته تخيل النتائج فى أثناء إعداد التجربة ، وهو يميل إلى الاعتقاد فى صحة منطق التكهن أكثر من معظم الناس . ومن الممكن عن طريق هذه العادة استمالته وإقناعه ليفكر فى الآمال المعقودة عليه وعلى عمله . وقد يكون سعيداً مطمئن البال فى هذا الوقت ؛ ولكن هل يدرى ماالذى سيحدث فى المستقبل ؟ فقد تكون له ميول فاشية . وماذا أصاب العلم فى البلاد التى استقرت فيها ؟ وهل الأمور الدولية تجرى نحو الحرب ؟ وهل من الخير للعلم أن تقوم الحرب ؟ وإذا كان العلم يعمل من قبل من أجل الحرب فهل ينتفع لأقصى حد بخدماته، سواء أكانت بحوثاً فى الأعمال الحربية أم فى الأعمال المدنية ؟ وهل تعرف السلطات الحاكمة كيف تنتفع بالعلم خير انتفاع ؟

ولا يعتقد كثير من العلماء أن هناك صلة وثيقة بين العلم والمجتمع ، فمثلا قد يكونون من المشتغلين بالطيف والرياضة البحتة فلا يعتقدون أن طبيعة اكتشافاتهم تتغير تبعاً للمدينة التى يسكنونها ، سواء أكانت لهاسا أم نيويورك . ولهم العذر فى هذا الرأى لأن العلاقة بين المطياف والرياضة البحتة والحياة اليومية لم تحلل تحليلا دقيقاً . وإلى أن يعمل هذا التحليل سينكر كثير من العلماء وجود هذه العلاقة ، ومن واجب العلماء نحو المجتمع أن يقيموا الدليل القاطع على هذه العلاقة .

ورجال العلم جميعاً يعرفون أن الحرية من العوامل الأساسية لنجاح البحوث . ويقول بعضهم إنها أهم بكثير من أى عامل آخر ، ويعتقد الكثيرون منهم أن الحرية ضرورية لهم باعتبارهم طائفة ممتازة ، ولا يعنيهم كثيراً أن يكون غيرهم أحراراً مثلهم . وفى بعض الأحيان يعتقدون فى وجوب تمتع العلماء بالحرية وفرض القيود على غيرهم .

وكثير من العلماء لا يشعرون بواجباتهم نحو المجتمع إلا إذا أصبحت حريتهم فى خطر . ويجب على العلماء الذين يحسون بإحساس المجتمع أن يلفتوا نظر زملائهم

إلى الحركات الاجتماعية التى تهـــدف إلى كبت حرية الفكر وتقييد التجارب ، وعليهم أن ينادوا بزيادة الحرية فى هاتين الناحيتين . وسيقتضى هذا زيادة الإنفاق على البحوث وتنظيمها بجانب التوسع فى الحرية عن طريق التشريعات الاجتماعية .

وإنا نناشد العلماء الإسهام فى الأعمال الاجتماعية خدمة للعلم ولأنفسهم ، كما نناشدهم أن يفعلوا ذلك كمواطنين صالحين . وسيشعر بعض العلماء أنهم مدفوعون لتعضيد الحركات الاجتماعية الإنشائية حبا فى خير الإنسانية ، وسيدعون إلى حياة أفضل لأنهم لا يستطيعون رؤية ما تعانيه الإنسانية من عجز وألم لا داعى لهما .

ولـكن مهما كان إسهام العلماء فى الشـئون الاجتماعية ، فإن أثرهم لن يأتى من كثرة عددهم وثروتهم ، ولذلك قد يحاولون الحصول على نفوذ أ كبر بمـا لهم من معرفة خاصة . وإذا أضرب العلماء السبعة الآلاف فى انجلترا فإنهم يقضون على مظاهر الحياة فيها، إلا أن موتها لا يحدث فى الحال ، وذلك لأن الجزء الأ كبر من العلم الذى أصبح استخدامه عملا روتينيا من قبل سيبقى مستعملا ، وستمر عدة شهور قبل أن يأتى الإضراب بنتائج خطيرة . وفى خلال ذلك يكون معظم العلماء قد عادوا إلى عملهم تحت تهديد السلطات الحا كمة . ولقد أثبت «لى» فى كتابه عن محا كم التفتيش أن مقاومة العلماء ورجال الفكر للاضطهاد لم تكن شديدة .

ولهذه الأسباب كلها لا يستطيع العلماء أن يؤدوا كثيراً من الأعمال الهـامة وهم منفصلون عن المجتمع . ولقد كانت هذه الأسباب نتيجة لقوى اجتماعية أشـد من العلماء ، فعلى العلماء أن يعملوا على توجيه هذه القوى التى يستطيعون أن يؤثروا فيها ، ولـكنهم لا يستطيعون السيطرة عليها . وإن دراسة الحركات الاجتماعية والاتصال بالقوى الاجتماعية الـكبيرة التى تعمل على الإنشاء الخير ، سـيـاسة مجدية يسير عليها العلماء . وإنهم لا يستطيعون ا كتشاف هـذه القوى إلا بالدراسـة والخبرة السياسية ، ولذلك يجب عليهم الإسهام فى الشئون الاجتماعية ليعرفوا من يجب عليهم تعضيده .

ويجب عليهم أن يدعوا إلى نشر المعرفة العلمية الجيدة الصحيحة بين الناس حتى يضطر رجال السياسة إلى الإلمام بالأسس التى تقوم عليها المعرفة العلمية قبل أن يعملوا على إرضاء ناخبيهم . وعليهم ألا يقترحوا إقامة حكومة من العلماء ، إذ أن العالم بمجرد أن يصبح سياسيا فى الظروف الحالية يكف عن الاشتغال بالعلم ، ولا يمكن التمييز بين طرقه وطرق أى سياسى آخر . وهو على استعداد أن ينسى كل ما يتصل بالعلم فى سبيل الوصول إلى كرسى فى مجلس الوزراء . وعندما يكرس رجل السياسة ست عشرة ساعة يوميا للعمل فى الأمور السياسية فإنه لن يفكر فى العلم ما لم يدرك أن فى هذا إرضاء للمواطنين .

ولذلك يبدو أن المسئوليات الاجتماعية الملقاة على كاهل العلماء تشمل ما يأتى :

١ — إبراز ما فى العلم من أخطاء كنظرية الأجناس البشرية ، وإبراز الأخطاء العلمية فى الآراء المتعلقة بالحركات الاجتماعية الهدامة .

٢ — تنظيم النقد العلمى عن طريق الجهود التعاونية حتى لا يطغى الضجيج والعناد على الحقائق المتزنة .

٣ — تقديم الأدلة المادية على ما بين العلم والشئون الاجتماعية من صلات قوية حتى يقتنع العلماء بضرورة إسهامهم جميعاً فى الشئون الاجتماعية من أجل العلم .

٤ — وصف التحسينات الاجتماعية المرغوب فيها للتقدم العلمى ، وإيضاح أن النظم الاجتماعية السيئة تعوق تقدم العلوم ، وأن هذا التعويق نفسه قد يؤدى إلى نظم اجتماعية أسوأ . ولابد من أن يتضمن هذا بياناً عن كيفية تدهور العلم فى البلاد الفاشية .

٥ — إقناع العلماء الذين لا يذيعون آراءهم السياسية والعلمية بتعضيد تلك الحركات الإنشائية التى تقوم على أسس سياسية عادية ولها أهمية اقتصادية وتعمل على تحقيق العدالة الاجتماعية .

٦ — توطيد اتصال جماعات العلماء بمجالس الوزراء ومراكز الحكم حتى لا يصدر قرار سياسى هام لا يتفق مع الحقائق العلمية . وعليهم أن يقضوا على فكرة أن العلماء خدم لرجال السياسة ، ولكن يجب ألا يصبحوا سياسيين ، وعليهم أن يتحققوا من أن رجال السياسة والناخبين ملمون بالأسس التى تقوم عليها العلوم حتى يصبح من الصعب ، إن لم يكن من المستحيل القيام بأى عمل يناقض الحقائق العلمية .

٧ — التعاون فى زمن السلم فى كل الحركات الإنشائية الاجتماعية والفكرية ونشر العلم وإزالة أسباب الحرب .

٨ — أما فى زمن الحرب فعليهم معرفة أى الفريقين أقل عداوة للعلم ، ثم العمل بعد ذلك بكل ما فى وسعهم حتى لا ينهزم . والعلماء كغيرهم لا يستطيعون أن يتجنبوا الاشتراك فى القتال سواء أكان فى السياسة أم فى الحرب .

فهرس الجزء الثانى

الفصل	الموضوع	الصفحة

الفصل	الموضوع	الصفحة
٧٦	تمويل البحوث	١٩٠
٧٧	البحث العلمى المنظم	٢٠١
٧٨	بعد نظر الأمريكيين	٢٠٩
٧٩	عرقلة التقدم العلمى	٢٢٧
٨٠	العلوم والفنون وعدم الاتصال	٢٤٣
٨١	الاهتمام الجديد بصلة العلم بالمجتمع	٢٤٩
٨٢	العلم والصحافه	٢٧٩
٨٣	مسئولية العلماء الاجتماعية	٢٨٩

مؤسسة طباعة الالوان المتحدة

٨ شارع المرحومى كورنيش النيل – القاهرة



الثمن ٢٤ هـ